



**T.C.**  
**ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK**  
**BAKANLIĞI**  
ÇEVRE YÖNETİMİ  
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

# SEKTÖREL ATIK KILAVUZLARI

## DEMİR DÖKÜM SANAYİ

# SEKTÖREL ATIK KILAVUZLARI

## DEMİR DÖKÜM SANAYİ

Tübitak 107G126 “TÜRKİYE’DE AVRUPA BİRLİĞİ ÇEVRE MEVZUATI İLE UYUMLU TEHLİKELİ ATIK YÖNETİMİ” Projesi kapsamında hazırlanmış, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından desteklenen ve ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü tarafından yürütülen “ENDÜSTRİYEL ATIKLARIN SEKTÖREL YÖNETİMİ KAPSAMINDA ATIK ÜRETİM FAKTÖRLERİNİN BELİRLENMESİ VE SEKTÖR KILAVUZLARININ HAZIRLANMASI” projesi kapsamında revize edilmiştir.

Revizyon, sadece yan proses atıkları için tanım verilmesi, geri kazanım ve bertaraf yöntemlerinin detaylandırılması ve gerekli güncellemelerin yapılması şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Hazırlayanlar:

**Dr. Özge Yılmaz**, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

**Prof. Dr. Ülkü Yetiş**, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

**Prof. Dr. Tanju Karanfil**, Clemson University, Department of Environmental Engineering and Earth Sciences

**Orta Doğu Teknik Üniversitesi Proje Grubu:**

Prof. Dr. Ülkü Yetiş, Prof. Dr. Celal F. Gökçay, Prof. Dr. Filiz B. Dilek, Prof. Dr. Kahraman Ünlü, Y. Doç. Dr. Emre Alp, Dr. Özge Yılmaz, Nur Çakır, Gülnur Ölmez, Çisem Yiğit, Volkan Çağın

**Revize Edenler:**

**Prof. Dr. Ülkü Yetiş**, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

**Çevre Müh. Dilara Danacı**, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

**Çevre Müh. Ecem Bahçelioğlu**, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

**Çevre Müh. Sarp Çelebi**, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

## İÇİNDEKİLER

1.0 GİRİŞ.....	5
2.0 DÖKÜM SEKTÖRÜ.....	7
3.0 DÖKÜM SEKTÖRÜNDE UYGULANAN SÜREÇLER.....	8
3.1 KALIP BOŞLUĞUNUN VERİLMESİ.....	9
3.2 METALİN ERGİTİLMESİ.....	11
3.3 METALİN DÖKÜLMESİ VE KATILAŞMASI.....	13
3.4 TEMİZLEME VE KONTROL İŞLEMLERİ.....	14
4.0 DÖKÜM SEKTÖRÜNDEN KAYNAKLANAN ATIKLAR.....	15
4.1 ATIK TÜRLERİ VE KODLARI.....	15
4.2 OLUŞUM KAYNAKLARI.....	27
5.0 ATIKLARIN ÖNLENMESİ VE EN AZA İNDİRGENMESİ.....	30
6.0 ATIKLARIN GERİ KAZANIMI VE BERTARAFI.....	46
7.0 İLAVE KAYNAKLAR VE REFERANSLAR.....	60



## 1.0 GİRİŞ

Sektörel Tehlikeli Atık Yönetimi Kılavuzları dizisi, sanayi kaynaklı tehlikeli atıkların tanımlanması, doğru şekilde sınıflandırılması, atıkların önlenmesi/azaltılması ve uygun şekillerde geri kazanımı/ bertarafı için atık üreticilerine ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB) teşkilatına yol gösterici olması amacıyla hazırlanmıştır. Bu kılavuzlarla

- atık üreticileri tarafından ÇŞB'ye yapılan beyanların kalitesinin artırılması,
- yapılan beyanların ÇŞB tarafından kontrolünün kolaylaştırılması,
- önleme/azaltma ve geri kazanım yoluyla ürettikleri tehlikeli atık miktarını düşürmek isteyen atık üreticilerine yol gösterilmesi ve
- atıklara en uygun bertaraf yönteminin seçiminde hem atık üreticilerine hem de İl Çevre ve Şehircilik Müdürlükleri'ne destek verilmesi

hedeflenmektedir.

Sektörel Tehlikeli Atık Yönetimi Kılavuzları dizisi Türkiye'de yüksek miktarda atık ürettiği belirlenen öncelikli aşağıdaki sektörler için ve bu sektörlerden ortaya çıkan atıklar hakkında bilgi edinmek isteyen herkese hitap edecek şekilde hazırlanmıştır:

- Ana metal sanayi
  - Demir çelik sektörü
  - Döküm sektörü
  - Metal kaplama sektörü
  - Otomotiv sektörü
  - Beyaz eşya sektörü

- Organik kimya sanayi
  - İlaç sanayi
  - Organik bitki koruma ve biyosit üretimi

Döküm sektörünü ele alan bu kılavuz kapsamında öncelikle sektörde uygulamada olan süreçler ele alınmış daha sonra bu süreçlerde tehlikeli atık üretimine neden olan noktalar belirlenmiş ve bu atıkların sınıflandırılmaları ile ilgili bilgi sunulmuştur. Ardından döküm sanayinde uygulanabilecek tehlikeli atıkların önlenmesi ve azaltılması ile ilgili bilgiler verilmiştir. Son olarak atıkların önlenemediği ya da azaltılamadığı durumlar için sektörden kaynaklanan atıklara uygulanabilecek geri kazanım ve bertaraf yöntemleri irdelenmiştir.

## 2.0 DÖKÜM SEKTÖRÜ

Türk döküm sektörü 2009 yılı üretim rakamları itibarı ile Almanya, Fransa ve İtalya'yı takiben Avrupa'da 4. sıraya yerleşmiş ve 2008 yılında 5. sırada iken, 2009 yılı üretimi ile İspanya'yı geride bırakarak dünyanın önde gelen döküm üreticileri arasında yükselmeye devam etmiştir. Sektör, 2009 yılı dünya sıralamasında ise 12. sıradadır [1].

2010 yılında döküm sektöründe faaliyet gösteren 1.071 firma, toplam 1.291.700 ton üretim yapmış, 1,6 milyar Euro'nun üzerinde ihracat gerçekleştirmiştir. Demir - çelik döküm sanayinde faaliyet gösteren yaklaşık 700 kuruluş ise, 2010 yılında 1.142.700 ton üretim yapmış; 1,12 milyar Euro üzerinde ihracat gerçekleştirmiştir. Demirdışı döküm sektöründe, alüminyum döküm ağırlıklı olmak üzere yaklaşık 372 kuruluş 150.000 ton üretim yapmış; 495 milyar Euro'luk tutarı ihraç edilmiştir [1].

Sektörün önde gelen tesisleri İzmir, Manisa, Bursa, Samsun, Bilecik, Kırklareli, Gebze, Ankara ve Mersin'de bulunmaktadır.

Türkiye'deki değişik yapıdaki döküm işletmeleri, 2010 yılında ortalama % 65 kapasite ile çalışmışlardır. Kapasite kullanımı, demir döküm sanayinde % 89, çelik dökümde % 60, demirdışında ise % 80 olarak gerçekleşmiştir [1].



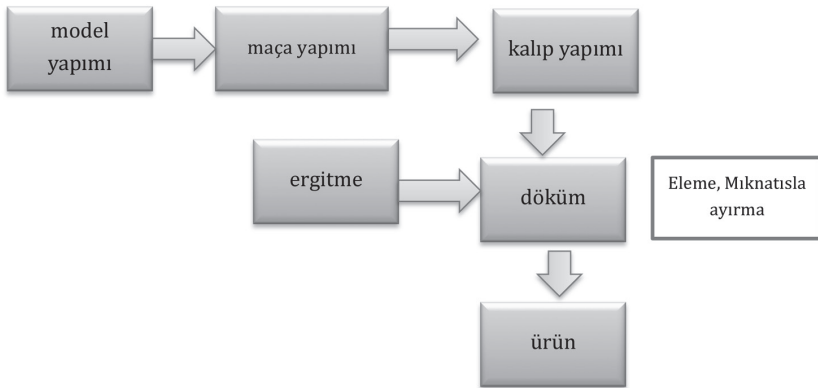
### 3.0 DÖKÜM SEKTÖRÜNDE UYGULANAN SÜREÇLER

Döküm; arzu edilen katı şekilleri elde etmek amacıyla, eritilmiş malzemenin bir kalıba dökülerek katılaştırıldığı işlemdir. İstenilen parçanın şekli kalıbın şekli ile tayin edilmektedir. Dolayısı ile her farklı parça ayrı bir kalıp gerektirir [2].

Döküm işlemi altı temel faktörden ibarettir;

- Kalıp boşluğunun verilmesi
- Metalin ergitilmesi işlemi
- Metalin dökülmesi
- Katılma işlemi
- Çapakların temizlenmesi
- Son kontrol işlemleri

Döküm sektörüne ilişkin genel proses akım şeması **Şekil 1**'de verilmiştir.



**Şekil 1. Döküm sektörü akım şeması**

### 3.1 Kalıp Boşluğunun Verilmesi

**Model:** dökülecek şeklin tahtadan, metalden veya uygun bir malzemedan hazırlanmış kopyasıdır. Ayrıca alçı, plastik ve balmumu da model malzemesi olarak kullanılmaktadır.

**Kalıp:** dökümü yapılacak cisimlerin modeller sayesinde hazırlanan ve dökülen malzemenin dışarıdan görülen şeklini almasını sağlayan parçalardır. İçerisine döküm yapılan boşlukların oluşturulmasına “**kalıplama**” denir. Dökümde, kalıplama çeşidine göre iki farklı yöntem kullanılır::

- Harcanan Kalıp Kullanarak Yapılan Döküm Yöntemleri: Kum, seramik, alçı gibi malzemelerden oluşan ve döküm sonrası kalıbın imha edildiği döküm yöntemidir.
- Kalıcı Kalıp Kullanarak Yapılan Döküm Yöntemleri: Bu yöntemde genellikle metalden üretilen kalıplar döküm işleminin ardından yeniden kullanılabilir ve bu nedenle kalıcı kalıp olarak adlandırılmaktadır.

**Maça:** kalıp boşluklarına yerleştirilen ve dökülen malzemelerin iç boşluklarının oluşmasını sağlayan şekildir. Maçaları tamamen sıvı metal sardığı için aşınma, kırılma, termik şok ve metal sızmasına engel olacak özellikte olmalıdır. Ayrıca dökümden sonra da kolayca dağılmalıdır. Metal, seramik gibi malzemelerden üretilen maçalar arasında en çok tercih edilen ve kullanılan kum esaslılardır. Bazı durumlarda, maçalar sadece iç boşluk için değil kalıbın tamamı için de kullanılabilir. Kumdan üretilen maçalar için kullanılan kum; silika, kromit, zircon ya da olivin bazlı olabilir [3]. Ürünün yüzey kalitesinin arttırılması amacıyla maçalar boyanabilir.

**Bağlayıcı:** kum esaslı maçalarda malzemenin birbirine tutunmasını sağlayan kimyasallardır ve temel olarak kimyasal bağlayıcılar ve killer (bentonit - yaş kum) olarak ayrılabilir. Maça yapımında genellikle kimyasal bağlayıcılar kullanılırken, yaş kumdan daha çok kalıp yapımında yararlanır. Kimyasal bağlayıcılar oda sıcaklığında mukavemet kazananlar (fenolik, furan, poliüretan, resol, alkil yağ, ester silikat ve çimento), gaz fazında sertleştiricilerin kullanıldığı (soğuk kutu, resol, furan, epoksi/akrilik, sodium silikat, fenolik), ısıtma suretiyle mukavemet kazananlar (fenolik, furan, ılık kutu, croning, keten tohumu yağı, alkid yağ) olarak gruplanabilir. Kum kalıpların hazırlanması sırasında herhangi bir bağlayıcı kullanılmadan kumun vakum altında kalıba dönüştürülmesi de mümkündür [2][3].

Organik bağlayıcıların uygulanması aşağıdaki yöntemlerle gerçekleştirilebilir.

- *Furan Yöntemi:* Orta - büyük boy kalıp yapımında ve zaman zaman maça yapımında kullanılır. Hem demir hem demir dışı metallerin dökümünde furan bazlı kalıp ve maçalardan yararlanılabilir.
- *Soğuk kutu (cold box) yöntemi:* Poliüretan bazlı reçinelerin kullanıldığı bu yöntemle küçük boyutlu kalıplar ve maçalar üretilebilir. Hem demir hem de demir dışı metallerin dökümü için uygundur.
- *Pep-set yöntemi:* Bu yöntem de poliüretan bazlı reçinelerden yararlanmakta olup küçük - orta boylu kalıpların ve bazen de maçaların üretiminde kullanılabilir. Bu yöntem ile üretilen kalıp ve maçalar ile demir veya demir dışı metallerin dökümü gerçekleştirilebilir.

- *Alkid-yağ yöntemi:* Genel olarak büyük boy kalıpların kullanımı için kullanılan bu yöntemle zaman zaman maça da üretilebilir. Bu yöntem sadece çelik dökümünde kullanılmaktadır.

İnorganik bağlayıcıların kullanıldığı yöntemler;

- *CO<sub>2</sub> yöntemi:* Bu yöntemde sodyum silikat ya da fenolik resinler ile birlikte CO<sub>2</sub> kalıbın sertleşmesi için kullanılır ve temel olarak maça yapımına yönelik olup sadece küçük boyutlu kalıplar imal edilmesi için uygundur. Bu yöntem hem demir döküm hem de demir dışı metallerin dökümü için uygundur.
- *Toz ve sıvı sertleştiricili sodyum silikat yöntemleri:* Sodyum silikat soğukta sertleşme ya da gaz yardımıyla sertleşme proseslerinde kullanılabilir. Soğukta sertleşme prosesinde kullanıldığı durumda sadece orta - büyük boyutlu kalıpların üretimi mümkündür. Bu proses maça üretimine uygun değildir. Gaz yardımıyla sertleşme prosesi kullanılırsa küçük kalıp ve maça üretimi için uygundur. Her iki durumda da demir ve demir dışı metallerin dökümünde kullanılabilir [2] [3].

### 3.2 Metalin Ergitilmesi

Dökülecek metali ergiterek döküm sıcaklığına ulaştırmak için ergitme ocakları veya fırınları kullanılır. Fırın ortamı dökümün cinsine göre vakum veya koruyucu gaz gibi kontrollü veya normal atmosferli olabilir. Genel olarak 3 çeşit ergitme ocağı vardır. Bunlar:

- Potalı Ocaklar: Metal ergitme işleminde kullanılan en basit ve en eski yöntemdir. Ocakların içi ateş tuğlası (refrakter) ile örülmüştür ve üzerinde bir kapak bulunur. Kapasiteleri 15-1000 kg'dır. Bu tür ocaklarda genellikle alüminyum ve bakır ergitmesi yapılır.
- Kupol Ocaklar: Dış çapları 1-2 m arasında olan ve yükseklikleri uygulamalara göre değişen 20 ton/saate kadar üretim yapabilen fırınlardır. Ocak için pik, hurda, kok ve kireç taşı belirli oranlarda birbirini izleyen tabakalar halinde üst üste yüklenir. Malzemenin üzerine bir kum yatak oluşturulur. Bunun üzerine uygun bir kok tabakası doldurularak ateşlenir. Ateşleme sonrasında yükleme kapısından belirli oranlarda pik, hurda, kok ve kireçtaşı ilavesi yapılır. Şarj malzeme alttan erimiş metalin alınmasıyla kendi ağırlığı ile aşağıya iner.
- Elektrikli Ocaklar: Bu ocakların kupol ocaklara nazaran daha fazla avantajları vardır. Bunlar içerisinde;
  - 300°C daha yüksek sıcaklıklara çıkılması,
  - Sıcaklığın kontrolünün kolay olması,
  - Çalışma ortamının temiz olması,
  - Eritilen metalin bileşiminin bozulmaması sayılabilir. Ayrıca arıtma ve alaşımlandırma işlemi daha kolay yapılır [2].
- İndüksiyon Ocakları: Bu tür ocaklarda, fırın bir bobin ile sarılıdır. Bobinden geçirilen elektrik, kuvvetli bir manyetik alan oluşturur. Bu manyetik alan ergitilecek olan metalde bir elektirik direnci oluşmasına sebep olarak metalin ısısını artırır ve bu yolla ergitme sağlanmış olur. Bu fırınlar çeşitli

kapasitelerde olup demir, çelik ve demir-dışı metallerin ergitilmesi için uygundur. Çekirdeksiz ya da kanal tipi indüksiyon ocakları kullanımdadır. İndüksiyon ocaklarının en önemli avantajları arasında proses kontrolünün kolaylığı, çevresel etkisinin diğer fırınlara göre daha az olması, yüksek ısıl verim, düşük bakım gereksinimi sayılabilir. Ancak bu tür ocaklar hem yüksek yatırım hem de elektrik kullanımında ötürü yüksek işletim maliyetlerine sahiptir. Ayrıca, temiz hurda beslenmesi gerektiği için de maliyetler artmaktadır.

### 3.3 Metalin Dökülmesi ve Katılaşması

Metalin ergitilmesini kalıplara döküm, katılaşma ve ürünün kalıplardan alınması takip eder. Döküm yöntemine göre katılaşma ve kalıpların açılarak ürünün elde edilmesi farklılıklar gösterir. Eğer kalıcı kalıplar kullanılıyorsa dökülen malzemenin katılaşması daha kısa sürerken, harcanan kalıp kullanıldığı durumda katılaşma daha uzun sürer. Kalıcı kalıplarda dökülen malzeme doğrudan alınabilirken, harcanan kalıpların döküm sonrası bozulması gerekmektedir. Titreşimli sarsaklardan faydalanılarak kum ve parça birbirinden ayrıldıktan sonra döküm parça temizlenmeye, kum ise kum hazırlama ünitesine gönderilir. Kum hazırlama ünitesinde, kumun dökülen malzemedan tam olarak temizlenebilmesi için manyetik ayırıcılar, elekler ve soğutma sistemlerinden geçirilmesinin ardından temizlenmiş olan kum silolarda depolanır. Temizleme işlemi sırasında filtrelerde toplanan tozlar, elek üstünde kalan kumlar ve stok fazlalıkları dökümhane atıklarını oluşturmaktadır. Silolarda toplanan kumlar, kum yenileme işlemlerine tabi tutularak belli oranda yeniden kullanılabilir. Kum yenileme işlemleri kuru, yağ, termal yöntemlerle ya da bunların bir arada kullanılması ile gerçekleştirilir [2].

### 3.4 Temizleme ve Kontrol İşlemleri

Kalıplardan ayrılan döküm parçaları kumlama makinelerinde çelik bilyalar püskürtülerek temizlenir. Döküm parçaları üzerindeki yolluk, besleyici ve çıkıcıların kesilip taşlanmasıyla istenen parçalar elde edilir. Daha sonra gerek duyulduğu takdirde parçalar boyanır. Kumlama ve taşlama makinelerinin filtrelerinde oluşan toz, atık olarak çıkmaktadır [2]. Döküm parçaları, eriyik tuz banyoları, sıyırma asitleri, bazik çözeltiler, organik çözücüler ve emülsiyon yapıcılar kullanılarak kimyasal olarak da temizlenebilir. Kimyasal temizlik işlemine genel olarak döküm parçalarına yüzey kaplama uygulanması durumunda ihtiyaç duyulmaktadır [4].

## 4.0 DÖKÜM SEKTÖRÜNDEN KAYNAKLANAN ATIKLAR

### 4.1 ATIK TÜRLERİ VE KODLARI

Sektörden kaynaklanan tehlikeli atıklar üç ana sınıf altında incelenebilir.

- Prosesse özel atıklar
- Yan proseslerden kaynaklanan atıklar
- Proses dışı atıklar

Bu atıklar Tablo 1 - 3'de sıralanmıştır. Bu tablolarda en sağ kolonda atıkların türleriyle ilgili bilgi verilmiştir. *Bu kolonda "A" işareti ile gösterilen atıklar içerdikleri tehlikeli bileşenlerin konsantrasyonlarından bağımsız olarak tehlikeli kabul edilmektedir. "M" işaretli atıklar ise içerdikleri tehlikeli bileşenlerin konsantrasyonlarına bağlı olarak tehlikeli ya da tehlikesiz olarak sınıflandırılabilir.* Listede "M" işareti ile gösterilmiş atıklar üzerinde analiz yapılmalı ve analiz sonuçlarına göre atık koduna karar verilmelidir. Eğer yapılan analiz sonucunda atık içerisindeki tehlikeli bileşenler Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek 3-B'de verilen konsantrasyonları aşılırsa atıklar tehlikeli olarak sınıflandırılır ve "M" işareti ile gösterilen yanında yıldız (\*) işareti bulunan altı haneli kodla tanımlanmalıdır. Eğer tehlikeli bileşenlerin konsantrasyonları, Ek 3-B'de verilen eşik değerlerin altında kalıyorsa, bu atıklar tehlikesiz olarak sınıflandırılmalı ve "M" işaretli atıkların tehlikesiz karşılıkları olan altı haneli kodla tanımlanmalıdır. Aşağıdaki tablolarda tüm "M" işaretli atıkların altındaki satırda bu atıkların analiz sonucunda tehlikesiz çıkması durumunda almaları gereken altı haneli kodlar da verilmiştir. *Ancak atıkların tehlikesiz altı haneli kodlarla tanımlanabilmeleri için tehlikesiz olduklarının analiz sonuçları ile doğrulanması gerektiği unutulmamalıdır.*



### *Prosesse özel atıklar*

Prosesse özel tehlikeli atıklar Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek 4' de 10 09 Döküm işleminden kaynaklanan atıklar başlığı altında “\*” işaretli olarak kapsamıştır. Bu başlık altında sıralanan altı haneli kodlar **Tablo 1'** de verilmiştir.

**Tablo 1. Demir döküm sanayinden kaynaklanan prosese özel atıklar [5]**

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
<b>10</b>	<b>Isıl İşlemlerden Kaynaklanan Atıklar</b>	
10 09	<i>Demir Döküm İşleminde Kaynaklanan Atıklar</i>	
10 09 05*	Henüz döküm yapılamamış, tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları	M
10 09 06	10 09 05 dışında henüz döküm yapılamamış maça ve kum döküm kalıpları <sup>1</sup>	
10 09 07*	Döküm yapılmış tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları	M
10 09 08	10 09 07 dışında döküm yapılmış maça ve kum döküm kalıpları <sup>1</sup>	
10 09 09*	Tehlikeli maddeler içeren baca gazı tozu	M
10 09 10	10 09 09 dışındaki baca gazı tozu <sup>1</sup>	
10 09 11*	Tehlikeli maddeler içeren diğer partiküller	M
10 09 12	10 09 11 dışındaki diğer partiküller <sup>1</sup>	
10 09 13*	Tehlikeli maddeler içeren atık bağlayıcılar	M
10 09 14	10 09 13 dışındaki atık bağlayıcılar <sup>1</sup>	
10 09 15*	Tehlikeli madde içeren çatlak belirleme kimyasalları atığı	M
10 09 16	10 09 15 dışındaki çatlak belirleme kimyasalları atığı <sup>1</sup>	

<sup>1</sup> Bu kod numaralarının atık beyanlarında kullanılabilmesi için atıkların bünyesindeki tehlikeli bileşen konsantrasyonlarının Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek 3-B'de verilen eşik konsantrasyonların altında kaldığı analizlerle kanıtlanmalıdır.

Demir döküm sektöründen kaynaklanan 10 09 kodu altında yer alan atıkların tümü M kodlu tehlikeli olması muhtemel atıklardır, yani tehlikeli olup olmadığının belirlenmesi için analiz gerekmektedir. 10 09 05\* kodlu 'Henüz döküm yapılamamış, tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları', aşırı üretim, standard dışı gruplar ya da üretim hatasından, şekil ve kalıpların üretimi için döküm kumu preparatlarından kaynaklanmaktadır. Döküm kumunun tehlikeli olmasına düşük konsantrasyonlarda bile olsa bağlayıcı kullanımından kaynaklanan fenol sebep olmaktadır [5].

10 09 07\* kodlu 'Döküm yapılmış tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları' tarafından kapsanan atıklar, çerçeve ve maça formları için kullanılan inorganik bağlama maddeleri içeren döküm işleminden sonra sertleştirilmiş döküm ve şekil kumu, organik veya inorganik bağlama maddelerinden gelen kalıntılar, temizleme ve kumlama malzemesi kalıntıları içeren kum ile dökülmüş metalin yüzey temizlemesinden kaynaklanan atıklardır. 10 09 05\* kodlu atıktaki gibi bu atıkla ilgili tehlikelilik sorununa düşük konsantrasyonlarda olsa bile bağlayıcı kullanımından kaynaklanan fenolün bulunması sebep olmaktadır [5].

10 09 09\* kodlu 'Tehlikeli maddeler içeren baca gazı tozu'; kuru (filtreleme) ayrılmış temizleme ve bilyalı kumlamadan kaynaklanan kalıntıları ve döküm kumunun yeniden elde edilmesi işleminden gelen kalıntıları kapsar. Ayrıca bu atıklar, aşındırma malzemesinin yanı sıra, kalıp ve metal dökümünden kaynaklanan yüksek miktarda ince madde içerir. Bu tür atıklar dökümü yapılacak hammaddeye göre kurşun, nikel, dioxin ve furan konsantrasyonlarından dolayı tehlikelilik özelliği gösterebilir. Çinko, nikel, kurşun, kadmiyum ve krom gibi metaller özellikle çelik döküm yapan tesislerin baca gazı tozlarında bulunmaktadır. Hurda çelik kullanımı durumunda çinko ve kurşun miktarları artış gösterebilir. 10 09 11\* kodlu "Tehlikeli maddeler içeren diğer partiküller" ise, atıklar özellikle döküm

parçasının kumdan arındırıldığı temizleme odasında ortaya çıkar. Bu atıklar içerdikleri ağır metal miktarına bağlı olarak tehlikeli olabilmektedirler [4].

10 09 13\* kodlu ‘Tehlikeli maddeler içeren atık bağlayıcılar’ organikler (reçine), inorganik bağlama maddeleri (bentonit, çimento vs.), kalıntılar ve son kullanma tarihi uzatılmış ürünleri içermektedir. Bu atığın tehlikelilik özelliği üretim şekli ile ilgili olmakla beraber, özellikle fenol konsantrasyonlarına dikkat edilmelidir [2].

10 09 15\* kodlu ‘Tehlikeli madde içeren çatlak belirleme kimyasallar’, çalıkların üzerinde döküm kısmını (döküm işlemlerinde kaynaklanan hasar ve kopmalar) kontrol etmek için kullanılan maddeler, kalıntılar ve son kullanma tarihi uzatılmış ürünleri kapsamaktadır. Bu atıklar, içerdikleri boyalar ve metal parçacıkları sebebiyle tehlikelilik özelliği kazanabilir [2].

### *Yan proseslerden kaynaklanan atıklar*

Bir tesiste ana faaliyetle beraber farklı faaliyetlerin de yürütülebileceği göz önünde bulundurulduğunda, “Atık Yönetimi Yönetmeliği”nde belirtilen ana üretim prosesine özel atıkların yanı sıra, yan proseslere ait atıkların da sektörden kaynaklanan tehlikeli atık listesine eklenmesi gerekmektedir. Örneğin, ana faaliyeti demir döküm olan bir tesiste; boyama ve fiziksel yüzey işlem de uygulanabileceğinden, bu yüzey işlemlerin söz konusu olduğu proseslerden kaynaklanan atıkların da listeye eklenmesi gerekmektedir. Bu tür bir değerlendirme çerçevesinde belirlenen, demir döküm sektöründe yan proseslerden kaynaklanması muhtemel atık listesi ve atık kodları Tablo 2’de sunulmaktadır.

**Tablo 2. Demir döküm sanayi yan proseslerinden kaynaklanan atıklar [5]**

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
<b>08</b>	<b>Astarlar (Boyalarda, Vernikler ve Vitrikiye Emayeler), Yapışkanlar, Macunlar ve Baskı Mürekkeplerinin İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar</b>	
<i>08 01</i>	<i>Boya ve Verniğin İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) ve Sökülmesinden Kaynaklanan Atıklar</i>	
08 01 11*	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık boya ve vernikler	M
08 01 12	08 01 11 dışındaki atık boya ve vernikler <sup>1</sup>	
08 01 13*	İçinde organik çözücüler yada tehlikeli maddeler bulunan boya ve vernik çamurları	M
08 01 14	08 01 13 dışındaki boya ve vernik çamurları <sup>1</sup>	
08 01 21*	Boya ya da vernik sökücü atıkları	A
<i>08 04</i>	<i>Yapışkanlar ve Yalıtıcıların İmalat, Formülasyon, Tedarik ve Kullanımından (İFTK) Kaynaklanan Atıklar (Su Geçirmeyen Ürünler Dahil)</i>	
08 04 09*	Organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık yapışkanlar ve dolgu macunları	M
08 04 10	08 04 09 dışındaki atık yapışkanlar ve dolgu macunları <sup>1</sup>	
<b>12</b>	<b>Metallerin ve Plastiklerin Fiziki ve Mekanik Yüzey İşlemlerinden ve Şekillendirilmesinden Kaynaklanan Atıklar</b>	
<i>12 01</i>	<i>Metallerin ve Plastiklerin Fiziki ve Mekanik Yüzey İşlemlerinden ve Biçimlendirilmesinden Kaynaklanan Atıklar</i>	
12 01 06*	Halojen içeren madeni bazlı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç)	A
12 01 07*	Halojen içermeyen madeni bazlı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç)	A
12 01 08*	Halojen içeren işleme emülsiyon ve solüsyonları	A

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
12 01 09*	Halojen içermeyen işleme emülsiyon ve solüsyonları	A
12 01 10*	Sentetik işleme yağları	A
12 01 12*	Kullanılmış (mum) parafin ve yağlar	A
12 01 14*	Tehlikeli maddeler içeren işleme çamurları	M
12 01 15	12 01 14 dışındaki işleme çamurları <sup>1</sup>	
12 01 16*	Tehlikeli maddeler içeren kumlama maddeleri atıkları	M
12 01 17	12 01 16 dışındaki kumlama maddeleri atıkları <sup>1</sup>	
12 01 18*	Yağ içeren metalik çamurlar (öğütme, bileme ve bindirme tortuları)	M
12 01 19*	Biyolojik olarak kolay bozunur işleme yağı	A
12 01 20*	Tehlikeli maddeler içeren öğütme parçaları ve öğütme maddeleri	M
12 01 21	12 01 20 dışındaki öğütme parçaları ve öğütme maddeleri <sup>1</sup>	

<sup>1</sup> Bu kod numaralarının atık beyanlarında kullanılabilmesi için atıkların bünyesindeki tehlikeli bileşen konsantrasyonlarının Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek 3-B'de verilen eşik konsantrasyonların altında kaldığı analizlerle kanıtlanmalıdır.

Tablo 2'de verilen liste yine Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek 4'den alınmış olup iki temel yan proses olan boyama ve fiziki yüzeysel işlemler için bu ekte sıralanmış tüm tehlikeli atıkların bir listesidir. Tehlikeli atık beyanı yapan üreticilerin, işletmelerinde bu yan işlemlerden biri ya da bir kaçını uyguluyorsa bu tablo içinden kendileri için uygun olan atıkları seçerek beyanlarında göstermeleri gerekmektedir.

080111\*kodlu "organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık boya ve vernikler" boya üretiminde tanklarda, karıştırıcılarda ve proste kullanılan diğer aletlerde kalan organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık boya ve verniklerdir. Ayrıca, standartlara uymayan (rengi tutmayan, viskozitesi uygun olmayan) organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık boyalar

ve vernikler de bu atık kodu kapsamındadır. Toz boya üretiminde ise taşıma dolum esnasında dökülen toz boyalar ve ekstrüzyon ve kırma işlemleri sırasında dökülen çips halindeki boyalar 08 01 11\* atık kodunca kapsanır. Eğer atık boya ve vernikler, organik çözücü ya da diğer tehlikeli maddeler içermiyorsa 08 01 12 kodlu “08 01 11 dışındaki atık boya ve vernikler” kapsamına girer. Atık bitkisel boyalar buna örnek olarak verilebilir. Bu atıkların, Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek 3-B çerçevesinde yapılacak analizler sonucunda “tehlikesiz” olarak nitelendirilmeleri gerekmektedir.

08 01 13\* kodlu “organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren boya ve vernik çamurları”, boya üretiminde tankların diplerinde biriken organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık boya ve vernik çamurlarını kapsamaktadır. Eğer çamur organik çözücü ya da başka tehlikeli maddeler içermiyorsa 08 01 14 kodlu “08 01 13 dışındaki boya ve vernik çamurları” kapsamına girer. Bitkisel boya çamurları, 08 01 14 kodu ile belirtilen atığa örnek olarak verilebilir. Bu atıkların, Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek 3-B çerçevesinde yapılacak analizler sonucunda “tehlikesiz” olarak nitelendirilmeleri gerekmektedir.

Boya ve verniğin herhangi bir yüzeyden uzaklaştırılması için kullanılan solventler ise 08 01 21\* kodlu “boya ya da vernik sökücü atıkları” kapsamındadır.

08 04 09\* kodlu “organik çözücüler ya da diğer tehlikeli maddeler içeren atık yapışkanlar ve dolgu macunları” içerisinde solvent ya da tehlikeli maddeleri ihtiva eden yapışkan ve macunlardır.

08 04 10 kodlu “08 04 09 dışındaki atık yapışkanlar ve dolgu macunları” içerisinde solvent ya da tehlikeli maddeleri içermeyen yapışkan ve macunlardır. Bu atıklar, Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek 3-B çerçevesinde yapılan değerlendirme sonucunda “tehlikesiz” olarak nitelendirilen atıklardır.

12 01 06\* kodlu “halojen içeren madeni bazlı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç)”, halojen içeren soğutma metal işleme yağlarıdır. 12 01 07\* kodlu “halojen içermeyen madeni bazlı işleme yağları (emülsiyon ve solüsyonlar hariç)”, halojen içermeyen soğutma, metal işleme yağlarıdır. Metal işlemede yağlama, soğutma ve talaş nakli için sıklıkla yağ kullanılır [5]. 12 01 08\* kodlu “halojen içeren işleme emülsiyon ve solüsyonları” soğutma, yağlama ve metal işlemede kullanılan halojen içeren emülsiyon ve solüsyonlardır. 12 01 09\* kodlu “ halojen içermeyen işleme emülsiyon ve solüsyonları”, soğutma, yağlama ve metal işlemede kullanılan halojen içermeyen emülsiyon ve solüsyonlardır [5].

12 01 10\* kodlu “sentetik işleme yağları”, metal yüzey işleme prosesleri sırasında sentetik yağ kullanılması durumunda ortaya çıkan atıktır. Petrol esaslı olmayan kimyasal sentez metotları ile sentetik yağlar elde edilir.

12 01 12\* kodlu “kullanılmış (mum) parafin ve yağlar”, metal yüzey işleme prosesleri sırasında kullanılan parafin ve yağlardır.

12 01 14\* kodlu “tehlikeli maddeler içeren işleme çamurları” makine yağlayıcılarının filtrelenmesinden kaynaklanan atık çamurlardır [5]. 12 01 15 kodlu “12 01 14 dışındaki işleme çamurları” ise Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek 3-B çerçevesinde yapılan değerlendirme sonucunda “tehlikesiz” olarak nitelendirilen atıklardır. 12 01 16\* kodlu “tehlikeli maddeler içeren kumlama maddeleri atıkları” mineral veya metal kumlama malzemelerinden (çüruf, korindon, çelik taneciği), özel uygulamalar için özel kumlama malzemelerinden (plastik parçalar ya da fındık kabukları gibi sert doğal malzemeler), sabit ya da taşınabilir tesislerden gelen, özellikle tesis cihazlarının yenilenmesinde veya inşa kısmında kullanılan malzemelerden kaynaklanan atıklardır [5]. Kumlama ile temizlenmiş kaplama ve boyalardan gelen benzofuran içeren katran, ağır metal, organotin bileşikleri ve boya maddeleri içerir. 12 01 17 kodlu “12 01 16 dışındaki kumlama maddeleri atıkları” Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek 3-B çerçevesinde yapılan değerlendirme sonucunda “tehlikesiz” olarak nitelendirilen atıklardır. 12 01 18\* kodlu “yağ içeren metalik

çamurlar (öğütme, bileme ve freze tortuları)" ise metallerin mekanik yüzey işlemleri sırasında ortaya çıkan eğe talaşı ve döküntülerden kaynaklı yağ içeren çamurlardır [5]. 12 01 19\* kodlu "biyolojik olarak kolay bozunur işleme yağı", metal yüzey işleme esnasında kullanılan biyolojik olarak parçalanıp bozunabilen işleme yağları kullanımı sonucu ortaya çıkan atıklardır.

12 01 20\* kodlu "tehlikeli maddeler içeren öğütme parçaları ve öğütme maddeleri" ile ifade edilen atık çeşitleri kullanılmış öğütme malzemelerinden dolayı uzun süre kullanılamayacak öğütme parçaları, öğütme tekerleri ve ezerek öğütme proseslerinden gelen kıymıklardır [5]. 12 01 21 kodlu "12 01 20 dışındaki öğütme parçaları ve öğütme maddeleri" ise 12 01 20\* kodlu atıkların dışındaki öğütme parçaları ve öğütme maddeleri atıklarını kapsamaktadır. Bu atıklar, Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek 3-B çerçevesinde yapılan değerlendirme sonucunda "tehlikesiz" olarak nitelendirilen atıklardır.

### *Proses dışı atıklar*

Proses dışı atıklar kategorisinde sınıflandırılan atıklar tesislerde uygulanan süreçlerden bağımsız olarak ortaya çıkması muhtemel atıklardır. Genel olarak endüstriyel sektörler incelendiği zaman proses dışı atıkların farklı sektörler arasında benzerlik gösterdiği görülecektir. Proses dışı atıklar ile ilgili listenin hazırlanması aşamasında endüstriyel sektörlerdence genel atık türlerini içeren 13 "Yağatıkları,vesivıyakıt atıkları", 15 "Atıkambalajlar;başkabirşekilde belirtilmemiş emiciler, silme bezleri, filtre malzemeleri ve koruyucu giysiler", 16 "Listede başka şekilde sınıflandırılmamış atıklar" gibi sınıflar incelenmiştir. Söz konusu atıkların belirlenmesinde temel kaynak olarak Tehlikeli Atık Beyan Sistemi'ne yapılmış olan 2008 ve 2009 beyanlarından faydalanılmıştır. Atık beyanı veren tehlikeli atık üreticilerinin aşağıdaki genel listeyi inceleyerek kendi tesislerinden kaynaklanan proses dışı atıkları tanımlayarak beyanlarında bu atıkları göstermeleri gerekmektedir.



**Tablo 3. Demir döküm sektöründen kaynaklanabilecek proses dışı atıklar [5]**

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
<b>13</b>	<b>Yağ Atıkları ve Sıvı Yakıt Atıkları (Yenilebilir Yağlar, 05 Ve 12 Hariç)</b>	
<i>13 01</i>	<i>Atık Hidrolik Yağlar</i>	
13 01 01*	PCB içeren hidrolik yağlar	A
13 01 04*	Klor içeren emülsiyonlar	A
13 01 05*	Klor içermeyen emülsiyonlar	A
13 01 09*	Mineral esaslı klor içeren hidrolik yağlar	A
13 01 10*	Mineral esaslı klor içermeyen hidrolik yağlar	A
13 01 11*	Sentetik hidrolik yağlar	A
13 01 12*	Kolayca biyolojik olarak bozunabilir hidrolik yağlar	A
13 01 13*	Diğer hidrolik yağlar	A
<i>13 02</i>	<i>Atık Motor, Şanzıman ve Yağlama Yağları</i>	
13 02 04*	Mineral esaslı klor içeren motor, şanzıman ve yağlama yağları	A
13 02 05*	Mineral esaslı klor içermeyen motor, şanzıman ve yağlama yağları	A
13 02 06*	Sentetik motor, şanzıman ve yağlama yağları	A
13 02 07*	Kolayca biyolojik olarak bozunabilir motor, şanzıman ve yağlama yağları	A
13 02 08*	Diğer motor, şanzıman ve yağlama yağları	A
<i>13 03</i>	<i>Atık Yalıtım ve Isı İletim Atıkları</i>	
13 03 01*	PCB'ler içeren yalıtım ya da ısı iletim yağları	A
13 03 06*	13 03 01 dışındaki mineral esaslı klor içeren yalıtım ve ısı iletim yağları	A
13 03 07*	Mineral esaslı klor içermeyen yalıtım ve ısı iletim yağları	A
13 03 08*	Sentetik yalıtım ve ısı iletim yağları	A

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
13 03 09*	Kolayca biyolojik olarak bozunabilir yalıtım ve ısı iletim yağları	A
13 03 10*	Diğer yalıtım ve ısı iletim yağları	A
13 05	<i>Yağ/Su Ayırıcısı İçerikleri</i>	
13 05 01*	Kum odacığından ve yağ/su ayırıcısından çıkan katılar	A
13 05 02*	Yağ/su ayırıcısından çıkan çamurlar	A
13 05 03*	Yakalayıcı (interseptör) çamurları	A
13 05 06*	Yağ/su ayırıcılarından çıkan yağ	A
13 05 07*	Diğer motor, şanzıman ve yağlama yağları	A
13 05 08*	Kum odacığından ve yağ/su ayırıcılarından çıkan karışık atıklar	A
15	<b>Atık Ambalajlar; Başka Bir Şekilde Belirtilmemiş Emiciler, Silme Bezleri, Filtre Malzemeleri Ve Koruyucu Giysiler</b>	
15 01	<i>Ambalaj (Belediyenin Ayrı Toplanmış Ambalaj Atıkları Dahil)</i>	
15 01 10*	Tehlikeli maddelerin kalıntılarını içeren yada tehlikeli maddelerle pislenmiş ambalaj	M
15 02	<i>Emiciler, Filtre Malzemeleri, Temizleme Bezleri ve Koruyucu Giysiler</i>	
15 02 02*	Tehlikeli maddelerle kirlenmiş absorbanlar, filtre maddeleri (aksi belirtilmemiş ise yağ filtreleri dahil), temizleme bezleri, koruyucu giysiler	M
16	<b>Listede Başka Bir Şekilde Belirtilmemiş Atıklar</b>	
16 01	Çeşitli Taşıma Türlerindeki (İş Makineleri Dahil) Ömrünü Tamamlamış Araçlar ve Ömrünü Tamamlamış Araçların Sökülmesi ile Araç Bakımından (13, 14, 16 06 ve 16 08 hariç) Kaynaklanan Atıklar	
16 01 07*	Yağ filtreleri	A
16 02	<i>Elektrikli ve Elektronik Ekipman Atıkları</i>	
16 02 13*	16 02 09 dan 16 02 12'ye kadar bahsedilenlerin dışında tehlikeli bileşenler içeren ıskarta ekipmanlar	M

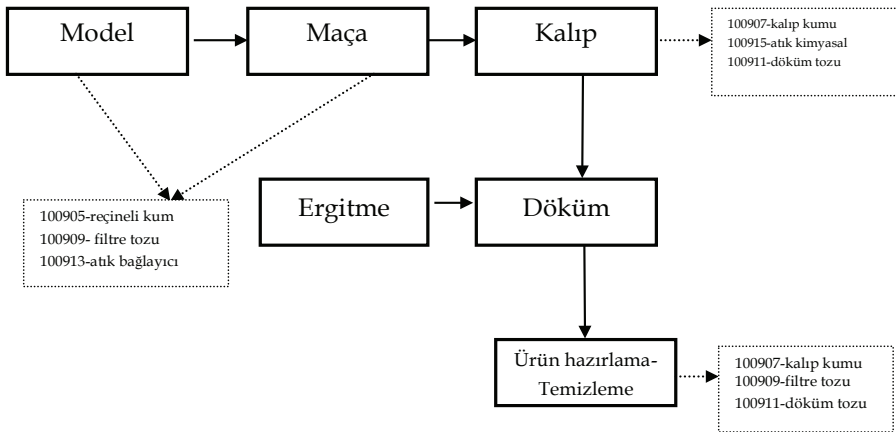
Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
16 02 14	16 02 09'dan 16 02 13'e kadar olanların dışındaki ıskarta ekipmanlar 1	
16 05	<i>Basınçlı Tank İçindeki Gazlar ve İskartaya Çıkmış Kimyasallar</i>	
16 05 06*	Laboratuvar kimyasalları karışımları dahil tehlikeli maddelerden oluşan ya da tehlikeli maddeler içeren laboratuvar kimyasalları	M
16 05 08*	Tehlikeli maddeler içeren ya da bunlardan oluşan ıskarta organik kimyasallar	M
16 05 09	16 05 06, 16 05 07 ya da 16 05 08 dışında tehlikeli maddeler içeren ıskarta organik kimyasallar 1	
16 06	<i>Piller ve Aküler</i>	
16 06 01*	Kurşun piller	A
16 06 02*	Nikel kadmiyum piller	A
18	<b>İnsan ve Hayvan Sağlığı ve/veya Bu Konulardaki Araştırmalardan Kaynaklanan Atıklar (Doğrudan Sağlığa İlişkin Olmayan Mutfak ve Restoran Atıkları Hariç)</b>	
18 01	<i>İnsanlarda Doğum, Teshis, Tedavi ya da Hastalık Önleme Çalışmalarından Kaynaklanan Atıklar</i>	
18 01 03*	Enfeksiyonu önlemek amacı ile toplanmaları ve bertarafı özel işleme tabi olan atıklar	A
19	<b>Atık Yönetim Tesislerinden, Tesis Dışı Atık Su Arıtma Tesislerinden ve İnsan Tüketimi ve Endüstriyel Kullanım için Su Hazırlama Tesislerinden Kaynaklanan Atıklar</b>	
19 08	<i>Başka Bir Şekilde Tanımlanmamış Atık Su Arıtma Tesisi Atıkları</i>	
19 08 13*	Endüstriyel atık suyun diğer yöntemlerle arıtılmasından kaynaklanan tehlikeli maddeler içeren çamurlar	M
19 08 14	19 08 13 dışındaki endüstriyel atık suyun diğer yöntemlerle arıtılmasından kaynaklanan çamurlar 1	

Atık Kodu	Atığın Tanımı	A/M
20	<b>Ayrı Toplanmış Fraksiyonlar Dahil Belediye Atıkları (Evsel Atıklar ve Benzer Ticari, Endüstriyel Ve Kurumsal Atıklar)</b>	
20 01	<i>Ayrı Toplanan Fraksiyonlar (15 01 Hariç)</i>	
20 01 21*	Flüoresan tüpler(lambalar) ve diğer cıva içeren atıklar	A
20 01 27*	Tehlikeli maddeler içeren boya, mürekkepler, yapıştırıcılar ve reçineler	M
20 01 35*	20 01 21 ve 20 01 23 'de bahsedilenlerin dışındaki tehlikeli maddeler içeren ıskartaya çıkmış elektrikli ve elektronik ekipmanlar	M

<sup>1</sup> Bu kod numaralarının atık beyanlarında kullanılabilmesi için atıkların bünyesindeki tehlikeli bileşen konsantrasyonlarının Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek 3-B'de verilen eşik konsantrasyonların altında kaldığı analizlerle kanıtlanmalıdır.

## 4.2 OLUŞUM KAYNAKLARI

Şekil 2'de proses atıklarının oluşmasına sebep olan üretim noktaları gösterilmiştir.



Şekil 2. Demir döküm tesislerinde tehlikeli atık üretim noktaları

Döküm işleminden kaynaklanan baca gazı tozu dışındaki tozlar (10 09 11\*) genel olarak kalıplama ve kalıbın döküm parçasından ayrılma işlemleri sırasında hava kirliliği kontrolü üniteleri tarafından toplanır.

Yukarıda da belirtildiği üzere yan proseslerden kaynaklanan atıklar döküm tesisinde boyama ya da fiziksel yüzey işlem uygulanması halinde meydana gelecektir. Proses dışı atıklar için ise tüm yan işletmeler, yemekhane, ofisler ve revir gibi üniteler de göz önünde bulundurularak incelenmelidir. Proses dışı atıkların incelenmesi için örnek bir kontrol listesi aşağıda verilmiştir. Ancak bu listenin tesis bazında genişletilmesi gerekebileceği unutulmamalıdır.

- 13 “Yağ Atıkları ve Sıvı Yakıt Atıkları”
  - 13 01 “Atık hidrolik yağlar” için tesis bünyesinde kullanılan hidrolik cihazlar
  - 13 02 “Atık motor, şanzıman ve yağlama yağları” için tesise ait tüm araçlar
  - 13 03 “Atık yalıtım ve ısı iletim yağları” için ısı yalıtımı amacıyla yağ ve türevlerinin kullanıldığı sistemler
  - 13 05 “Yağ/su ayırıcısı içerikleri” için tesis içerisinde yağlı/su karışımlarının ayrıldığı tüm üniteler özellikle fiziksel kimyasal arıtma üniteleri
- 15 “Atık Ambalajlar; Başka Bir Şekilde Belirtilmemiş Emiciler, Silme Bezleri, Filtre Malzemeleri Ve Koruyucu Giysiler”
  - Tesis içerisinde muhtelif noktalar
- 16 “Listede Başka Bir Şekilde Belirtilmemiş Atıklar”

- 16 01 “Çeşitli taşıma türlerindeki ömrünü tamamlamış araçlar ve ömrünü tamamlamış araçların sökülmesi ile araç bakımından kaynaklanan atıklar” için tesise ait tüm araçlar (özellikle araç bakım noktaları)
- 16 02 “Elektrikli ve elektronik ekipman atıkları” için tesisin muhtelif yerleri
- 16 05 “Laboratuvar kimyasalları karışımları dahil tehlikeli maddelerden oluşan ya da tehlikeli maddeler içeren laboratuvar kimyasalları” için laboratuvarlar
- 16 06 “Piller ve aküler” için gerek üretim alanları gerek ofis, yemekhane, revir gibi alanlar gerekse tesise ait araçlar
- 18 “İnsan ve Hayvan Sağlığı ve/veya Bu Konulardaki Araştırmalardan Kaynaklanan Atıklar” için revirler ve acil yardım üniteleri
- 19 “Atık Yönetim Tesislerinden, Tesis Dışı Atık Su Arıtma Tesislerinden ve İnsan Tüketimi ve Endüstriyel Kullanım İçin Su Hazırlama Tesislerinden Kaynaklanan Atıklar” için atıksu arıtma tesislerine
- 20 “Ayrı Toplanmış Fraksiyonlar Dahil Belediye Atıkları (Evsel Atıklar ve Benzer Ticari, Endüstriyel Ve Kurumsal Atıklar)” için üretim alanları ofisler, yemekhaneler.

## 5.0 ATIKLARIN ÖNLENMESİ VE EN AZA İNDİRGENMESİ

Atık Yönetimi Yönetmeliği incelendiğinde *atık hiyerarşisinin* altının çizildiği görülmektedir. **Şekil 3**'de şematik olarak gösterilen bu anlayışa göre öncelikle atıkların oluşumunun önlenmesi gerekmektedir. Eğer atık oluşumu önlenemiyorsa üretilen miktarların mümkün olduğu kadar aza indirgenmesi esastır. Atıkların önlenemediği ya da miktar olarak azaltılmadığı durumda atıkların yeniden değerlendirilebilmeleri için geri dönüşüm ya da yeni kullanılabilir ürünler elde edilmesi amacıyla geri kazanım fırsatları aranmalıdır. Geri dönüşüm/ geri kazanım uygulamaları bir alternatif değilse atıklar ön işlem tesisleri ya da yakma fırınlarında işlem görmelidir. Bu aşamadaki en önemli hedef işlenen tehlikeli atık hacminin ya da miktarının işlem sonunda düşürülmesidir. Bu sayede en az tercih edilen alternatif olan nihai bertarafa gidecek atık miktarı azaltılacaktır. Atık hiyerarşisi prensibine atıklar ancak daha tercih edilebilir alternatifler işe yaramadığı durumda nihai bertarafa gönderilmelidir.



**Şekil 3. Atık yönetim hiyerarşisi**

Özellikle sanayiden kaynaklı tehlikeli atıkların miktarlarının mümkün olduğu kadar düşürülmesi için atık önleme ve azaltma ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Bunların bir kısmı literatürde önerilmekte ve sanayi kuruluşları tarafından benimsenmekte, bir kısmı da bireysel kuruluşlar tarafından kendi ihtiyaçlarını karşılamak üzere geliştirilmekte ve daha sonra uygulama olarak yayılmaktadır. Atık önleme ve azaltma uygulamaları ya da bir diğer adıyla mevcut en iyi teknikler (MET) sadece üretilen atık miktarlarının düşürülmesi sayesinde çevresel bir etki yapmakla kalmayıp, atık bertaraf masraflarının önlenmesi ya da azaltılması sayesinde işletmelere ekonomik bir fayda da sağlamaktadır.

Bu bölümde ayrıntıları verilen demir döküm sanayi için atık önleme ve azaltma tedbirleri özellikle proses atıklarını kapsamaktadır. İncelenecek tedbirlerin bir özeti **Tablo 4'**de verilmiştir. Bu tabloda tehlikeli proses atıkları bazında MET, uygulamaya dair kısa bir açıklama ve uygulanabilecek tesis türü verilmiştir. Demir döküm sektörü için geliştirilen tüm MET'in hem yeni hem de kurulu tesislere uygulanabileceği görülmektedir. Son olarak bu uygulamalar ile ilgili daha ayrıntılı bilgiye ulaşılabilecek kaynaklar verilmiştir. Tablo 4'de sıralanmış uygulamaların bir kısmı az önce bahsedilen işletmelerin kendi ihtiyaçlarına karşılık vermek için geliştirdiği ve saha çalışmaları sonucu bu kılavuza eklenen METlerdir. Bununla birlikte, atık önleme ve azaltma uygulamaları ya da bir diğer adıyla mevcut en iyi teknikler (MET) yürürlükte olan ulusal mevzuata uygun olması halinde mümkündür.



**Tablo 4. Demir döküm sektöründen kaynaklanan proses atıkları için kullanılabilir mevcut en iyi tekniklerin listesi**

Atık Kodu	Atığın Adı	A/M	MET	Açıklaması	Uygulanabilirlik	Referans
10 09 05*	Henüz döküm yapılmamış, tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları	M	Fenol içerikli reçine kullanımının azaltılması	Atığın tehlikeli madde içeriğini azaltır.	Mevcut/ Yeni Tesis	[3]
			Kalıcı kalıp kullanılması	Atık miktarını azaltır.	Yeni Tesis	
			Modern maça ve kalıp yapım ekipmanlarının kullanılması	Atık miktarını azaltır.	Mevcut/ Yeni Tesis	
			Kum rejenerasyon sisteminin (mekanik ya da termal) kurulması	Geri kullanım yoluyla atık miktarını azaltır.	Mevcut/ Yeni Tesis	
10 09 07*	Döküm yapılmış tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları	M	Fenol içerikli reçine kullanımının azaltılması	Atığın tehlikeli madde içeriğini azaltır.*	Mevcut/ Yeni Tesis	[3],[7]
			Kalıcı kalıp kullanılması	Atık miktarını azaltır.	Yeni Tesis	
			Modern maça ve kalıp yapım ekipmanlarının kullanılması	Atık miktarını azaltır.	Mevcut/ Yeni Tesis	
			Kum rejenerasyon sisteminin (mekanik ya da termal) kurulması	Geri kazanım yoluyla atık miktarını azaltır.	Mevcut/ Yeni Tesis	

Demir Döküm Sanayi

Atık Kodu	Atığın Adı	A/M	MET	Açıklaması	Uygulanabilirlik	Referans
10 09 09*	Tehlikeli maddeler içeren baca gazı tozu	M	Indüksiyon fırınların kullanılması	Atık miktarını azaltır.	Mevcut/ Yeni Tesis	[5],[3],[7]
			Fenol içerikli reçine kullanımının azaltılması	Atığın tehlikeli madde içeriğini azaltır.	Mevcut/ Yeni Tesis	
			Temiz hurda ve metalin kullanılması (dioksin ve furan oluşumunu azaltır)	Atığın tehlikeli madde içeriğini azaltır.	Mevcut/ Yeni Tesis	
			Vakumlu karıştırma ve soğutma yöntemi ile maça kalıplarının hazırlanması	Atığın tehlikeli madde içeriğini azaltır.	Mevcut/ Yeni Tesis	
			Bilyalama işleminden gelen tozların fırınlarda yeniden ergitilmesi (metal içeriği fazla)	Geri kazanım yoluyla atık miktarını azaltır..	Mevcut/ Yeni Tesis	[5][3][7]
			Kupola fırınlarında kireç ve kireçtaşının kullanılması (desulfirizasyon işlemi)	Atığın tehlikeli madde içeriğini azaltır.	Mevcut/ Yeni Tesis	
			Vakumlu karıştırma ve soğutma yöntemi ile maça kalıplarının hazırlanması	Atığın tehlikeli madde içeriğini azaltır.	Mevcut/ Yeni Tesis	
10 09 13*	Tehlikeli maddeler içeren atık bağlayıcılar	M	Fenol ve formaldehid içerikli reçine kullanımının azaltılması	Atığın tehlikeli madde içeriğini azaltır.*	Mevcut/ Yeni Tesis	[3]

MET	<i>Fenol İçerikli Reçine Kullanımının Azaltılması</i>
Kaynak	[3] [8]
Hedef Atıklar	<p>10 09 05* Henüz döküm yapılamamış, tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları</p> <p>10 09 07* Döküm yapılmış tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları</p> <p>10 09 09* Tehlikeli maddeler içeren baca gazı tozu</p> <p>10 09 13* Tehlikeli maddeler içeren atık bağlayıcılar</p>
Uygun Olduğu Proses	Kimyasal bağlayıcıların kullanıldığı prosesler
Açıklama	<p>Proses kontrolü ve malzeme yönetiminin optimize edilmesi sayesinde bağlayıcı ve reçine kullanımının azaltılması mümkündür.</p> <p>Atık bağlayıcı oluşumun en önemli sebeplerinden bir tanesi zayıf proses kontrolünü telafi etmek için yüksek miktarda bağlayıcı kullanılmasıdır. Doğru bağlayıcı yönetimi aşağıda sıralanan unsurları içerecektir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Kum kalitesinin uygunluğu: Kullanılan bağlayıcı sistemine uygun kalitede kumun kullanılması gerekmektedir. Uygun kum kalitesinin sürekli olarak sağlanabilmesi için kum depolama ve analizi (saflık, tanecik boyutu, şekil, nem) önem taşımaktadır. İnce tanelerin az olması ve yeniden kullanılan (rejenere edilmiş) kum miktarının yüksek olması bağlayıcı kullanımını azaltan etkenler arasındadır [3].</li> <li>○ Sıcaklık kontrolü: Kum sıcaklığı, periyodik kontrollerle ve sertleştirici miktarının ayarlanması ile istenen aralıkta tutulmalıdır [3][8]. Kum ısıtıcının, karıştırıcıdan hemen önce gelecek şekilde yerleştirilmesi sıcaklık kontrolünü kolaylaştırır.</li> <li>○ Karıştırıcının bakımı ve temizlenmesi [3]</li> <li>○ Kalıp kalitesi: Kalıplardaki kusurların kontrol edilmesi ve önlenmesi gerekmektedir [3].</li> <li>○ İlave hızları: Bağlayıcının uygun bir şekilde eklenmesi bağlayıcı tipine, kumun yüzey alanına ve dökümün boyutuna bağlıdır [3].</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Karıştırıcının işletimi: Karıştırıcı performansının optimizasyonu karıştırıcı işletiminin takip ve kontrol edilmesine bağlıdır. Karıştırıcı işletimi sistem otomasyonu yoluyla sağlanabilir. Dökümhanenin büyüklüğüne ve arzu edilen otomasyon seviyesine göre elle idare edilen alarmlı sistemlerden mikroişlemcili otomatik sistemlere kadar çeşitli alternatifler mevcuttur [3].</li><li>○ Otomatik bağlayıcı dozlama sistemi: Elle bağlayıcı dozlama işlemi sırasında dikkatli bir şekilde ağırlık kontrolü yapılması gerekmektedir. Ancak en iyi sonuçlar otomatik dozlama sistemi ile elde edilebilmektedir [8].</li></ul> <p>Yukarıda sıralanan önlemlerin alınması ile kullanılan kimyasal miktarını düşürmek mümkündür. Her tesiste uygulanabilecek bu örnek uygulamalara ek olarak proses bazında da öneriler mevcuttur. Örneğin, Croning prosesinde sıvı reçinelere alternatif olarak daha az miktarda serbest fenol içeren katı reçinelerin kullanımı önerilmektedir [8].</p>
Ekonomik Boyut	<p>Bağlayıcılar kum-bağlayıcı karışımının kütle olarak %1 – 3 ‘ünü oluştursalarda hammadde maliyetinin %30 – 60 arasını teşkil ederler. Bağlayıcı ilavesinin doğru bir şekilde yönetilmesi ile %5 – 10 arasında kar sağlamanın mümkün olduğu belirtilmektedir. Yukarıdaki hususlara uygun olarak çalışan bir karıştırıcı sistemi oluşturulduktan sonra proses kontrolünde sağlanan iyileşmeler sayesinde geri ödeme süresi kısa olmaktadır. Verilen bir örneğe göre yaklaşık 25.000 Euro’luk bir karıştırıcı ünitesi, kusurlu kalıpların %60 oranında, reçine ve katalizör kullanımının %10 oranında azalmasını sağlamış ve 7 aylık geri dönüşüm süresi sonunda 45.000 Euro’luk tasarruf edilmesini sağlamıştır [3].</p> <p>Alternatif bağlayıcıların geleneksel kimyasalların tüketimi ile karşılaştırıldığında daha yüksek maliyetli olması mümkündür ancak maliyette bu artış genelde daha az bağlayıcı kullanımı ve daha iyi kum rejenerasyon performansı ile telafi edilmektedir [8].</p>

MET	<i>Kalıp ve Maça Kum Kayıplarının En Az İndirgenmesi</i>
Kaynak	[3] [9]
Hedef Atıklar	10 09 05* Henüz döküm yapılamamış, tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları 10 09 07* Döküm yapılmış tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları
Uygun Olduğu Proses	Harcanan kalıp kullanılan döküm prosesleri
Açıklama	<p>Özellikle dökülen ürünlerin sık sık değişiklik gösterdiği tesislerde, modern kalıp ve maça yapım ekipmanlarının kullanılması, çeşitli ürünler için kullanılan üretim parametrelerinin bir veri tabanında kayıt altına alınmasına olanak tanımaktadır. Bu sayede ürün değişimleri için doğru parametrelerin, deneme yanılma yoluyla belirlenmesi önlenmekte ve zaman ve hammadde kayıpları azaltılmaktadır. Yeni ürünler için ise üretim sürecine, daha önce dökülen benzer ürünler için veri tabanında kayıtlı parametreler ile başlanarak optimizasyon süreci kısaltılabilmektedir. Arzu edilen ürün özelliklerinin gösterdiği çeşitlilik nedeniyle kalıp ve maça türlerinin değişiklik gösterdiği tesisler için önerilmektedir.</p> <p>Bu yöntemin kullanılması ile test aşamasının kılmasına bağlı olarak hem temiz kum sarfiyatı hem de atık kum oluşumu azalmaktadır. Ayrıca enerji tasarrufu da sağlanmaktadır.</p> <p>Kalıp ve maça üretiminin optimizasyonunda otomasyon sistemlerinin kullanımı ile ilgili ayrıntılı bilgilere ve örnek tesis çalışmalarına [9]'dan ulaşmak mümkündür.</p>
Ekonomik Boyut	Maça yapım ekipmanlarının maliyeti hacme göre değişiklik göstermektedir. 5L hacimli bir makinenin yatırım maliyeti €150.000 civarında iken 100L hacimli bir makinenin maliyeti €400.000 kadardır. İşletim maliyetleri ise yatırım maliyetinin %5 - 10'u arasında değişmektedir. Ekonomik değerlendirme yapılırken, azalan kum miktarı, azalan atık üretimine bağlı olarak bertaraf maliyetlerindeki düşüş ve sağlanan enerji tasarrufu göz önünde bulundurulmalıdır.

MET	<i>Kum Rejenerasyonu/Geri Kazanımı/Yeniden Kullanımı</i>
Kaynak	[3] [4] [10] [11]
Hedef Atıklar	10 09 05* Henüz döküm yapılamamış, tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları 10 09 07* Döküm yapılmış tehlikeli madde içeren maça ve kum döküm kalıpları
Uygun Olduğu Proses	Harcanan kalıp kullanılan döküm prosesleri
Açıklama	<p>Kum rejenerasyon işlemleri temel olarak birincil ve ikincil rejenerasyon olarak ayrılabilir.</p> <p><u><i>Birincil rejenerasyon:</i></u></p> <p>Bu adımda kalıp ve maça halindeki kumlar orjinal parçacık boyutuna geri dönecek şekilde parçalara ayrılır. Bu amaçla titreşim, döner tambur, ya da bilyeli kumlama kullanılabilir. Birincil rejenerasyon sonucu sağlanan çevresel faydalar hammadde kullanımında ve bertarafa gönderilen atık miktarında azalmadır.</p> <p><u><i>İkincil rejenerasyon:</i></u></p> <p>Birincil rejenerasyon sonucu elde edilen kum genellikle proses içerisinde doğrudan kullanım için uygun olmamaktadır. İkincil rejenerasyon işlemi ile kum üzerinde kalmış olan bağlayıcılar uzaklaştırılmaktadır. İkincil rejenerasyon mekanik, ısı ve ıslak işlemler yoluyla gerçekleştirilmektedir.</p> <p>Oda sıcaklığında mukavemet kazanan bağlayıcılar, basit mekanik rejenerasyon işlemleri ile kumdan uzaklaştırılabilirken; gaz fazında sertleştiricilerin kullanıldığı ve ısıtma suretiyle mukavemet kazanan bağlayıcılar için ilave mekanik işlemler uygulanması gerekmektedir. İleri mekanik işlemler arasında aşındırma üniteleri, silikatlar dışında kalan oda sıcaklığında mukavemet kazanan bağlayıcılar (hot-box yöntemi) için sıklıkla kullanılmaktadır. Kimyasal olarak bağlanmış kumlar için en iyi sonuçlar darbeli tambur ile elde edilmektedir. Darbeli tamburlar, metal</p>

	<p>parçacıkların temizlenmesi amacıyla manyetik ayırıcılar ile beraber de kullanılabilir. Bir diğer mekanik sistem olan havalı aşındırıcılarda sıkıştırılmış hava kullanılması ile etki sağlanmaktadır. Rejenere edilmesi zor olan sucamı (sodyum tetrasilikat) ile bağlanmış kumun rejenerasyonunda havalı aşındırıcılar kullanılmaktadır. Bu sistemlerin enerji sarfiyatı diğer mekanik ekipmanlara göre daha yüksektir.</p> <p>Isıl işlemler, kum üzerindeki bağlayıcıların yakılarak kumdan ayrılması esasına dayanır. Isıl işlemlerin kullanılabilmesi için öncelikle kumun uygun boyuta getirilmesi ve metalik parçacıkların uzaklaştırılması gerektiği için ısı ve mekanik ekipmanın beraber kullanılması şarttır. Bu sistemler özellikle kimyasal olarak bağlanmış ve karışık kumlar için kullanılmaktadır.</p> <p>Islak işlemler, sadece yaş kum ve karbon dioksitle bağlanmış kumlar için kullanılmaktadır ve kum parçacıklarının sulu ortamda birbirlerine sürtünmeleri sonucu bağlayıcıların uzaklaştırılmasını temel almaktadır. Bu yöntemin diğerlerine göre en önemli avantajı rejenerasyon prosesinin gerçek zamanlı takibinin mümkün olmasıdır. Bu sayede rejenere edilmiş kum kalitesi sabit tutulabilmektedir. Ancak ıslak işlemler sonucu artım gerektiren çamur ortaya çıkmaktadır. Bentonit nedeniyle çökebilirliği zayıf olan bu çamurun arıtılması zordur.</p> <p>Tablo 5'de tek tip ve karışık kumlar için kullanılacak ikincil rejenerasyon işlemleri gösterilmektedir.</p> <p>Tüm ikincil rejenerasyon işlemleri ilave enerji sarfiyatına ve bertarafa edilmesi gereken ilave toz emisyonlarına sebep olmaktadır.</p>
--	--

**Tablo 5: Kum tiplerine göre uygulanabilecek ikincil rejenerasyon işlemleri [3]**

	Basit mekanik işlemler	Mekanik işlemler			Islak rejenerasyon	Isıl rejenerasyon	Mekanik + Isıl
		Aşındırma	Darbeli tambur	Havalı aşındırma			
<b>Tek tip kumlar</b>							
Oda sıcaklığında mukavemet kazananlar	√	√	√	√	√	√	X
Soğuk kutu, SO <sub>2</sub> , sıcak kutu, croning	X	√	√	√	X	√	X
Silikat (CO <sub>2</sub> ya da ester)	X	X	X	√	√	X	X
Yaş kum (birincil)	√	X	X	X	X	X	X
Yaş kum (ikincil)	X	√	X	√	√	X	X
<b>Karışık kumlar</b>							
Karışık organik	X	√	√	√	X	√	X
Karışık yaş kum + organik	X	√	X	√	√	X	√

√: Kullanımı uygun, X: Kullanımı uygun değil

Organik – bentonit karışımının kullanıldığı kumlarda rejenerasyon mekanik, havalı ve ısıl sistemlerin bir arada kullanılmasıyla sağlanır. Bu durumda kum bir önışlemden geçirildikten sonra kurutulur, bağlayıcıların bir kısmı mekanik ya da havalı olarak uzaklaştırılır ve ısıl işlemi ile organik bileşenler yakılır, inorganik bileşenler ise tozda toplanır. Son adımda yine mekanik ya da havalı bir işlem uygulanarak inorganik bileşenler kumdan ayrılır.



<p>Ekonomik Boyut</p>	<p><u><i>Birincil rejenerasyon</i></u></p> <p>Birincil rejenerasyon için kullanılacak karıştırıcı, dozlayıcı ve proses kontrol ekipmanlarının yatırım maliyeti 0,05 ile 1 milyon Euro arasında değişmektedir. Maça kırıcıları ise 0,1 milyon Euro'luk bir yatırım maliyetine sahiptir. İşletim maliyetleri ise yatırım maliyetinin %5 - 10'una karşılık gelmektedir. Birincil rejenerasyon sonucu ilk yatırım yılında ton kum başına 21,2 Euro, ilerleyen yıllarda ise 39,44 Euro tasarruf yapılabileceği belirtilmiştir [3].</p> <p><u><i>İkincil rejenerasyon</i></u></p> <p>50 ton/gün kapasiteli, kurutma, soğutma, rejenerasyon, siklon ve torba filtre içeren aşındırma ünitesinin maliyeti yaklaşık 1.135.000 Euro'dur. Maliyetler kapasiteye bağlı olarak değişse de toplam maliyetlerin 12 - 40 Euro/ton rejenere edilmiş kum olduğu belirtilmektedir [3]. Mekanik rejenerasyon yapan 0,75 ton/saatlik bir ünitenin yatırım maliyeti 310,000 Euro, işletim maliyeti ise ton kum başına 22 Euro olarak bildirilmiştir [8].</p> <p>3 ton/saatlik bir darbeli tambur, manyetik ayırıcı, toz ayırma ünitesi ve taşıma/besleme ünitesini içeren bir kurulum 1,3 milyon Euro'luk bir yatırım maliyetine sahiptir. Bu sistemin işletim giderleri ise ton başına 10 Euro'dur. Rejenerasyon yerine yeni kum satın alınması ile karşılaştırıldığı zaman kumun bu sistem ile rejenere edilmesi ton başına 37 Euro kar sağlamaktadır [3].</p> <p>0,8 - 1,2 ton/saat kapasiteli havalı aşındırıcının maliyeti 330.000 Euro olarak bildirilmektedir. İşletim gideri ton başına 22 Euro olmaktadır ve toplam rejenerasyon maliyeti ton kum başına 36,5 Euro'ya ulaşmaktadır [3]. Bu maliyet kum rejenerasyonu yerine yeni kum alma masrafı ile karşılaştırılmalıdır. [3]'de verilen bilgiye göre havalı aşındırıcıların sucamı ile bağlanmış kumun rejenerasyonunda kullanıldığı bir tesiste rejenerasyon maliyeti kumun bertarafa gönderilmesinden daha yüksek çıkmıştır [3].</p>
---------------------------	--

<p>Isıl işlemlerin maliyeti kapasiteye ve kullanılan ekipman tipine göre değişiklik göstermektedir. Küçük ölçekli bir ünite için yatırım maliyeti ton başına 55 Euro olarak hesaplanmaktadır [3]. Bir diğer kaynakta 0,5 ton/saat kapasiteli iki aşamalı akışkan yataklı bir ısıl rejenerasyon ünitesine ait yatırım maliyeti 1994 yılında 62.000 Euro, işletim maliyeti ise 5,2 Euro/ton kum olarak bildirilmiştir [8]. Ancak bu sistem düşük maliyetli bir sistemdir. Isıl işlemlerin maliyetleri diğer rejenerasyon alternatiflerine göre daha yüksek olması beklenmektedir. Yine de ısıl işlem sonucu elde edilen kumun kalitesinin yüksek olması nedeniyle giderek daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [11].</p> <p>Mekanik işlem olarak havalı aşındırmanın kullanıldığı 3 adımlı (mekanik – termal – mekanik) 2,5 ton/saat kapasiteli bir sistemin toplam maliyeti 51 Euro/ton olarak bildirilmiştir. Bu maliyetinin 21 Euro/ton’u işletim, 30 Euro/ton’u yatırım maliyetidir [3]. Bir diğer üç aşamalı 5 ton/saat kapasiteli sistemin maliyeti 2,5 milyon Euro olarak rapor edilmektedir. Bu sisteme ait işletim giderinin ise ton kum başına 18 Euro olduğu belirtilmektedir [8].</p> <p>Kum rejenerasyonu büyük ölçekli işletmelerde standart olarak uygulanmaktadır. Rejenerasyon işleminin yüksek maliyete sebep olabileceği küçük ve orta ölçekli işletmeler için merkezi rejenerasyon tesislerinin kurulması olasılığı değerlendirilmelidir [8].</p>
---

MET	<i>İndüksiyon Fırınlarının Kullanılması</i>
Kaynak	[4] [7] [12] [13]
Hedef Atıklar	10 09 09* Tehlikeli maddeler içeren baca gazı tozu
Uygun Olduğu Proses	Tüm ergitme prosesleri
Açıklama	<p>İndüksiyon fırınları demir ergitme işlemi için giderek daha sık kullanılmaktadır. Bu fırınlar kullanıcıya üst düzey metalürjik kontrol sağlamakta ve neredeyse hiç atık üretmeden çalışmaktadırlar [4]. İndüksiyon fırınlarının kupola ve elektrik ark fırınlarına kıyasla %75 daha az toz emisyonuna sebep olduğu belirtilmektedir [7][12][13]. Bunun nedeni ısıtma işlemi sırasında fırının içiende daha az türbülans yaratılmasıdır. Ancak özellikle gün içinde yapılan ilk soğuk besleme sırasında yüksek toz emisyonu yarattığına değinilmiştir [12]. İndüksiyon fırınlarının bir diğer avantajı da geniş aralıkta kapasitelerde (birkaç kilodan 75 tona kadar) imal edilebilmeleridir.</p> <p>İndüksiyon fırınları alterntatif akım kullanan elektrik fırınlarıdır. Birincil iletken olan bobin, elektromanyetik indüksiyon ile ikincil bir akım yaratmaktadır. Refrakter olarak silika (asidik), alumina (nötr) ve magnezya (bazik) kullanılabilir. Demir ergitmede düşük maliyeti ve oluşan asidik cüruf ile tepkimeye girmediği için genelde silika kullanılmaktadır. Çekirdeksiz indüksiyon fırınları 5 – 10 ton arası kapasitelerde olmakta ve refrakter malzeme ile kaplı pota su soğutmalı bakır bobin ile çevrilidir. Kanal tipi indüksiyon fırınlarda bobin bir indüktörü çevrelemektedir. Bu fırınlar 200 tonun üzerinde kapasitelere sahip olabilmektedirler [4].</p>
Ekonomik Boyut	İndüksiyon fırınlarının hem yatırım hem işletme maliyetleri diğer fırın tiplerine göre yüksektir. Yatırım maliyetini yükselten unsurlar, elektrik kullanımı ve temiz şarj ihtiyacıdır. Çekirdeksiz indüksiyon fırınları için maliyet yaklaşık fırın kapasitesinin tonu başına 375.000 Euro'dur [3].

<b>MET</b>	<b><i>Vakumlu Karıştırma ve Soğutma Yöntemi ile Maça Kalıplarının Hazırlanması</i></b>
Kaynak	[3] [13]
Hedef Atıklar	10 09 09* Tehlikeli maddeler içeren baca gazı tozu
Uygun Olduğu Proses	Yaş kum kullanılan prosesler
Açıklama	Kille bağlanmış kumun hazırlanması sırasında kullanılabilen bu yöntem, karıştırma ve soğutma adımlarını tek bir processte birleştirmektedir. Kum karıştırıcı düşük basınç altında çalıştırıldığı durumda, kum içerisindeki suyun buharlaşmasından yararlanılarak kumun soğuması sağlanır. Normal karıştırma üniteleri ile karşılaştırıldığında bu kurulum, ayrı bir soğutma ünitesi ihtiyacını ortadan kaldırmakta ve daha küçük boyutlarda olmaktadır. Ayrıca hava akışında gerçekleşen azalmaya bağlı olarak da giderilen aktif bentonit miktarı düşmekte ve dolayısıyla kullanılan bağlayıcı miktarı azalmaktadır. Hava akışının azalmasının diğer avantajı da bertarafa gönderilecek toz miktarının düşmesidir.
Ekonomik Boyut	Bu yöntemle ilgili maliyet bilgisi mevcut olmasa da ticari uygulamaların saatte 60 ton üstünde kum işleyen tesisler için uygun olduğuna değerlendirilmektedir.

<b>MET</b>	<b><i>Ergitme için Temiz Hurda Kullanılması ve Geri Dönen Malzemeden Kumun Temizlenmesi</i></b>
Kaynak	[3] [4] [12] [13]
Hedef Atıklar	10 09 09* Tehlikeli maddeler içeren baca gazı tozu
Uygun Olduğu Proses	Hammadde olarak hurda kullanılan prosesler
Açıklama	<p>Baca gazında kurşun, çinko ve kadmiyum gibi ağır metallerin bulunmasının en büyük sebebi hammadde olarak galvanizli hurda kullanılmasıdır. Kullanılan hurdanın kaynağının dökümhane tarafından takip edilmesi tehlikelilik yaratan bileşenlerin dökümhaneye girmeden engellenmesini sağlar [4]. Özellikle indüksiyon fırınlarında temiz hurda kullanımı önem taşımaktadır [13]. Ancak satın alınan hurdanın kaynağının sürekli ve güvenilir bir şekilde takip edilmesinde zorlukla yaşanabilmektedir [12] Kurşun ve çinko içeriği düşüğe elektrik ark fırını kullanan çelik dökümhanelerinin baca gazı tozları fırına gönderilerek metal geri kazanımı sağlanabilir [4][8]. Bu yöntemin kupola fırınları için de kullanılabilceği ve %90'a yakın atık azaltımı sağlanabileceği belirtilmektedir [8]. Tehlikeli tozların fırınlara geri beslenmesi uygulamasının yaygınlaşmasının Finlandiya'da dökümhanelerden kaynaklanan tehlikeli atık miktarının azaltılmasında katkısı olduğu belirtilmektedir [14].</p> <p>Ancak galvanizli hurdanın ergitilmesi durumunda yüksek çinko içeriği nedeniyle bu geri kazanım işlemi uygulanamamaktadır [4][8][12]. Alternatif olarak eğer çinko geri kazanımı arzu ediliyorsa, baca gazı tozlarının hurda eritildikten sonra fırına geri beslenmesi önerilmektedir Baca gazı tozunun bu aşamada verilmesinin sebebi çok yüksek olan sıcaklıklara bağlı olarak diğer metallerin uçmasının ardından geriye çinkonun kalması ve bu sayede çinkonun baca gazında konsantre edilebilmesidir [4][12]. Ayrıca çinko geri kazanımı için döner yataklı fırınların ya da elektrotermik fırınların kullanılabilceği de belirtilmektedir [12].</p>

	<p>Temiz hurdanın ergitilmesi kireç, demir oksitler, manganez oksitler gibi metal dışı bileşiklerin cürufa karışmasını ve fırın kaplamalarına zarar vermesini engeller. Temiz hurda kullanıldığı durumda, oluşan cüruf miktarı azalır ve fırın kaplamalarının ömrü uzar. Hurdanın tesis içi geri dönüşümü, kalite kontrolü geçemeyen dökümü yapılmış malzemenin yeniden ergitilmesi şeklinde gerçekleşir. Kalite kontrol işlemi, genel olarak döküm ve katılaşmanın ardından bilyalama işlemi ile kum temizlendikten sonra yapılmaktadır. Tesis içi geri dönüşüm için kullanılan besleme sistemleri hurda üzerindeki kumu temizleyemese de bilyalama sonrası yapılan kalite kontrolün ardından geri dönüştürülen malzeme için fazladan bir işlem yapılmasına gerek yoktur. Bu şekilde temiz hurda ve geri dönüştürülen malzeme kullanımının dökümhanede oluşan toz miktarını da azalttığı belirtilmektedir [3].</p>
Ekonomik Boyut	<p>Temiz hurda maliyetinin kirli hurdaya oranla %20 - 30 daha fazla olduğuna dikkat çekilmelidir. Bu nedenle maliyetteki bu artış, cüruf ve toz bertarafından sağlanan kar ile karşılaştırılmalıdır [3].</p>

## 6.0 ATIKLARIN GERİ KAZANIMI VE BERTARAFI

Sektörden kaynaklanan tehlikeli atıkların önlenemediği ya da azaltılmadığı durumda atığın özelliklerine uygun bir teknoloji ile tercihen geri kazanılması ya da bertaraf edilmesi gerekmektedir. Aşağıdaki tablolarda (Tablo 6 - 8) proses atıkları, yan proseslerden kaynaklanan atıklar ve proses dışı atıklar için uygun olan teknolojiler gösterilmektedir. Bu tablolarda atıkların dört ana işleme uygunlukları değerlendirilmiştir. Bunlar geri kazanım, ön işlem, yakma ve düzenli depolamadır. Bazı atıklar birden fazla işlem için uygun olabilmektedir. Bu durumda atık hiyerarşisi göz önünde bulundurulmalı ve öncelik sırasıyla geri kazanım, ön işlem ve yakma ve son olarak düzenli depolamaya verilmelidir. Aşağıda da görüleceği gibi bazı atıkların sıralanan işlemlere ardışık olarak tabi tutulması da mümkündür. Bu tablolarda verilen bilgilerin okuyucuya rehberlik etmeyi amaçladığı ve gerçek uygulamaların tesislerden kaynaklanan atıklar, tesis içi uygulamalar ve sözü geçen teknolojilerin mevcut olmalarına göre değişiklik gösterebileceği unutulmamalıdır.

Geri kazanıma ait kolonda geri kazanılabilir atıklar için kullanılacak geri kazanım işlemleri Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek 2-B'de listelenen R kodlarına göre verilmiştir. Ek 2-B'ye göre R kodları aşağıdaki geri kazanım işlemlerine karşılık gelmektedir[2]:

- R1: Enerji üretimi amacıyla başlıca yakıt olarak veya başka şekillerde kullanma
- R2: Solvent (çözücü) ıslahı/yeniden üretimi
- R3: Solvent olarak kullanılmayan organik maddelerin ıslahı/geri dönüşümü (kompost ve diğer biyolojik dönüşüm prosesleri dahil)

- R4: Metallerin ve metal bileşiklerinin ıslahı/geri dönüşümü
- R5: Diğer anorganik malzemelerin ıslahı/geri dönüşümü
- R6: Asitlerin veya bazların yeniden üretimi
- R7: Kirliliğin azaltılması için kullanılan parçaların (bileşenlerin) geri kazanımı
- R8: Katalizör parçalarının (bileşenlerinin) geri kazanımı
- R9: Yağların yeniden rafine edilmesi veya diğer tekrar kullanımları
- R10: Ekolojik iyileştirme veya tarımcılık yararına sonuç verecek arazi ıslahı
- R11: R1 ila R10 arasındaki işlemlerden elde edilecek atıkların kullanımı
- R12: Atıkların R1 ila R11 arasındaki işlemlerden herhangi birine tabi tutulmak üzere değişimi
- R13: R1 ila R12 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutuluncaya kadar atıkların depolanması (atığın üretildiği alan içinde geçici depolama, toplama hariç)



Bertaraf yöntemleri Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek 2-A' da listelenen D kodlarına göre verilmiştir. Ek 2-A'ya göre D kodları aşağıdaki bertaraf yöntemlerine karşılık gelmektedir:

- D1: Toprağın altında veya üstünde düzenli depolama (örneğin, düzenli depolama ve benzeri)
- D2: Arazi ıslahı (örneğin, sıvı veya çamur atıkların toprakta biyolojik bozulmaya uğraması ve benzeri)
- D3: Derine enjeksiyon (örneğin, pompalanabilir atıkların kuyulara, tuz kayalarına veya doğal olarak bulunan boşluklara enjeksiyonu ve benzeri)
- D4: Yüzey doldurma (örneğin, sıvı ya da çamur atıkların kovuklara, havuzlara ve lagünlere doldurulması ve benzeri)
- D5: Özel mühendislik gerektiren düzenli depolama (çevreden ve her biri ayrı olarak izole edilmiş ve örtülmüş hücresel depolama ve benzeri)
- D6: Deniz/okyanus hariç bir su kütesine boşaltım
- D7: Deniz yatakları dahil deniz/okyanuslara boşaltım
- D8: D1 ile D7 ve D9 ile D12 arasında verilen işlemlerden herhangi biri yoluyla atılan nihai bileşiklerin veya karışımların oluşmasına neden olan ve bu ekin başka bir yerinde ifade edilmeyen biyolojik işlemler
- D9: D1 ile D8 ve D10 ile D12 arasında verilen işlemlerden herhangi biri yoluyla atılan nihai bileşiklerin veya karışımların oluşmasına neden olan fiziksel-kimyasal işlemler (örneğin, buharlaştırma, kurutma, kalsinasyon ve benzeri)

## Demir Döküm Sanayi

---

- D10: Yakma (Karada)
- D11: Yakma (Deniz üstünde)
- D12: Sürekli depolama (bir madende konteynerlerin yerleştirilmesi ve benzeri)
- D13: D1 ila D12 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutulmadan önce harmanlama veya karıştırma
- D14: D1 ila D13 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutulmadan önce yeniden ambalajlama
- D15: D1 ila D14 arasında belirtilen işlemlerden herhangi birine tabi tutuluncaya kadar depolama (atığın üretildiği alan içinde geçici depolama, toplama hariç)

**Tablo 6. Prosese özel atıkları için geri kazanım ve bertaraf bilgileri**

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön İşlem <sup>1</sup>	Yakma <sup>2</sup>	Düzenli depolama <sup>3</sup>	
10 09 05*	✓ R5			✓ D5	Döküm kumlarının öncelikle tesis içerisinde geri kazanımı alternatifini değerlendirilmedi. Aksi takdirde bu atıklar düzenli depolamaya gönderilmelidir.
10 09 07*	✓ R5			✓ D5	
10 09 09*	✓ R5			✓ D5	Bu atıkların tesis içinde geri dönüştürülmesi mümkün olmazsa düzenli depolamaya gönderilmesi gerekmektedir. Ancak elektrik ark fırınlarından kaynaklanan tehlikeli tozların depolamaya gönderilmeden önce stabilize edilmeleri gerektiği belirtilmektedir [18].
10 09 11*	✓ R4			✓ D5	Bilyeli aşındırma ekipmanından kaynaklanan metal tozlarının, fırınlara geri döndürülerek metal içeriğin geri kazanılma olasılığı vardır [7]. Bunun dışında bu atıklar düzenli depolanmalıdır.
10 09 13*			✓ D10	✓ D5	Atık bağlayıcılar organik bazlı ise doğrudan yakma için uygun olabilir [5]. İnorganik bağlayıcılar için düzenli depolama uygulanmalıdır.
10 09 15*			✓ D10		

- D9/R12 bertaraf/geri kazanım yöntemleri kapsamında ön işleme tabi tutulan atıklar ön işlem sonrasında 19'lu bölüm altında uygun kod ile değerlendirilmelidir.

<sup>1</sup> Tehlikeli atık ön işlem uygulamaları ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [15]

<sup>2</sup> Tehlikeli atık yakma uygulamaları ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [16]

<sup>3</sup> Tehlikeli atık depolama uygulamaları ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız:[17]

**Tablo 7. Yan proses atıkları için geri kazanım ve bertaraf bilgileri**

Atık Kodu	Uygunluk				Notlar
	Geri kazanım	Ön İşlem <sup>1</sup>	Yakma <sup>2</sup>	Düzenli depolama	
08 01 11*	✓ R1/R2/R3 /R5	✓ D9/R12	✓ D10	✓ D5	Mümkün olduğu durumlarda çözücülerin geri kazanımı önceliklidir. Alternatif olarak organik içeriğinden dolayı bu atıklar yakılabilir. Çözücü içeren atıkların doğru yönetimi için ayrıntılı bilgiye [19]'den ulaşılabilir.
08 01 13*	✓ R1	✓ D9/R12	✓ D10		Organik içeriği nedeniyle bu atıkların yakmaya uygun olup olmadığı araştırılmalıdır. Aksi takdirde düzenli depolamaya gönderilebilir. Her iki koşulda da öncelikle susuzlaştırma gerekir gerekmediğine bakılmalıdır.
08 01 21*	✓ R1/R2	✓ D9/R12	✓ D10		Atığın fiziksel kimyasal özelliklerine göre ön işlem, kalorifik özelliklerine göre yakma alternatifi değerlendirilebilir.
08 04 09*	✓ R1/R2		✓ D10		Mümkün olduğu durumlarda çözücülerin geri kazanımı önceliklidir. Çözücü içeren atıkların doğru yönetimi için ayrıntılı bilgiye [19]'den ulaşılabilir. Alternatif olarak organik içeriğinden dolayı bu atıklar yakılabilir.
12 01 06*	✓ R1		✓ D10		Halojen içerikleri nedeniyle bu atıklar kesinlikle uygun sıcaklıklarda yakılmalıdır. PCB içermesi olası atıklar ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [22] [23]

12 01 07*	✓ R1/R3/R9	✓ D9/R12	✓ D10		Yukarıda bahsedildiği üzere atıkların tesis içerisinde sıyrıcılar, yoğunlaştırıcılar, süzme sistemleri ve dezenfeksiyon ile geri dönüşümleri mümkündür. Yağ içeren atıkların yönetimi ile ilgili olarak bknz: [21]
12 01 08*	✓ R1		✓ D10		Halojen içerikleri nedeniyle bu atıklar kesinlikle uygun sıcaklıklarda yakılmalıdır.
12 01 10*	✓ R1/R3/R9	✓ D9/R12	✓ D10		Bu atıkların tesis içerisinde sıyrıcılar, yoğunlaştırıcılar, süzme sistemleri ve dezenfeksiyon ile geri dönüşümleri mümkündür. Ayrıca metal işleme sızılarının elektrokoagülasyon ile arıtımı, biyolojik olarak arıtımı ve microdalga - kızılaltı ışınlarla arıtımı için bakınız: [24][25] [26]. Yağ içeren atıkların yönetimi ile ilgili olarak bakınız: [21]
12 01 12*	✓ R1/R9		✓ D10		Öncelikle geri kazanım alternatifi değerlendirilmeli uygun olmadığı takdirde yakılmalıdır. Yağ içeren atıkların yönetimi ile ilgili olarak bknz: [21]
12 01 14*	✓ R1/R3/R4/ R5	✓ D9/R12	✓ D10	✓ D5	Bu atıklar için öncelikle geri kazanım olanakları araştırılmalıdır [5]. Bu çamurlar susuzlaştırmaya ya da faz ayırımına tabi tutulmalıdır. Yağ içeriği yakılmaya gönderilebilir. Arıtım artıkları ve yakılamayan kısım düzen depolamaya gönderilmelidir.

## Demir Döküm Sanayi

12 01 16*	✓ R4/R5	✓ D9/R12		✓ D5	Metallere malzemeleri genellikle peletleme gibi ön işlemlerden sonra ikincil metalürji için ya da çelikhanelerde geri kazanım yapılır. Kalan kısım depolanmaya gönderilmelidir.
12 01 18*	✓ R4/R9	✓ D9/R12	✓ D10		Metallere ya da yağ içeriğinin geri kazanımı araştırılmalıdır. Bu çamurların susuzlaştırılması gerekebilir. Yağ fazı yakmaya, inorganik içeriği de depolama alanına gönderilmelidir. Demir dışı metallerin geri kazanımı için bakınız: [20]. Yağ içeren atıkların yönetimi ile ilgili olaralbknz: [21].
12 01 19*	✓ R9	✓ D9/R12	✓ D10		Yağların geri kazanımı önceliklidir. Geri kazanım mümkün değilse biyolojik olarak kolay bozunabilen yağlar olduğu için arıtım ya da kalorifik değeri yeterliyse yakma uygulanabilir. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [27].
12 01 20*	✓ R3/R4/R5	✓ D9/R12		✓ D5	Öğütme malzemelerinin geri dönüşüm olasılığı incelenmelidir. Demir dışı metallerin geri kazanımı için bakınız: [20]. Aksi takdirde depolanmaya gönderilebilir [5].

- D9/R12 bertaraf/geri kazanım yöntemleri kapsamında ön işleme tabi tutulan atıklar ön işlem sonrasında 19'lu bölüm altında uygun kod ile değerlendirilmelidir.

**Tablo 8. Proses dışı atıklar için geri kazanım ve bertaraf bilgileri**

Atık Kodu	Uygunluk			Notlar
	Geri kazanım	Ön İşlem <sup>1</sup>	Yakma <sup>2</sup>	
13 01 01*			✓ D10	Yağların halojen içerdiği durumlarda bu atıklar kesinlikle yakılmalıdır. Atık yağların yönetimi için bkz [21]. PCB içermesi olası atıklar ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [22] [23]
13 01 04*	✓ R9	✓ D9/R12	✓ D10	
13 01 05*	✓ R1/R9	✓ D9/R12	✓ D10	Yağlı su öncelikle faz ayırımı için arıtmaya tabi tutulmalıdır. Mümkünse ayrılan yağ geri kazanılmalı, değilse yakılmalıdır. Atık yağların yönetimi için bkz [21].
13 01 09*	✓ R1/R9		✓ D10	Yağların halojen içerdiği durumlarda bu atıklar kesinlikle yakılmalıdır. Atık yağların yönetimi için bkz [21]. PCB içermesi olası atıklar ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [22] [23]
13 01 10*	✓ R1/R9		✓ D10	Halojen içermeyen yağların geri kazanımı önceliklidir. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda bu atıklar yakılmalıdır. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21][27]
13 01 11*	✓ R1/R9		✓ D10	
13 01 12*	✓ R1/R9		✓ D10	Gerçek kazanım önceliklidir. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda bu atıkların biyolojik olarak arıtılma olanakları araştırılmalı bunlar uygun olmadığı durumda atıklar yakılmalıdır. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21][27]

13 01 13*	✓ R1/R9		✓ D10		Halojen içermeyen yağların geri kazanımı önceliklidir. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda bu atıklar yakılmalıdır. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21][27]
13 02 04*	✓ R1/R9		✓ D10		Yağların halojen içerdiği durumlarda bu atıklar kesinlikle yakılmalıdır. Atık yağların yönetimi için bknz [21]. PCB içermesi olası atıklar ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [22] [23]
13 02 05*	✓ R1/R9		✓ D10		Halojen içermeyen yağların geri kazanımı önceliklidir. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda bu atıklar yakılmalıdır. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21][27]
13 02 06*	✓ R1/R9		✓ D10		Halojen içermeyen yağların geri kazanımı önceliklidir. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda bu atıklar yakılmalıdır. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21][27]
13 02 07*	✓ R1/R9	✓ D8	✓ D10		Geri kazanım (enerji geri kazanımı dahil) önceliklidir. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda bu atıkların biyolojik olarak arıtılma olanakları araştırılmalı bunlar uygun olmadığı durumda atıklar yakılmalıdır. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21][27]
13 02 08*	✓ R1/R9		✓ D10		Halojen içermeyen yağların geri kazanımı önceliklidir. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda bu atıklar yakılmalıdır. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21][27]



13 03 01*			✓ D10		Yağların halojen içerdiği durumlarda bu atıklar kesinlikle yakılmalıdır. Atık yağların yönetimi için bknz [21]. PCB içermesi olası atıklar ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [22] [23]
13 03 06*	✓ R1		✓ D10		
13 03 07*	✓ R1/R9		✓ D10		
13 03 08*	✓ R1/R9		✓ D10		Halojen içermeyen yağların geri kazanımı önceliklidir. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda bu atıklar yakılmalıdır. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21][27]
13 03 09*	✓ R1/R9	✓ D9/R12	✓ D10		Geri kazanım (enerji geri kazanımı dahil) önceliklidir. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda bu atıkların biyolojik olarak arıtılma olanakları araştırılmalı bunlar uygun olmadığı durumda atıklar yakılmalıdır. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21][27]
13 03 10*	✓ R1/R9		✓ D10		Halojen içermeyen yağların geri kazanımı önceliklidir. Geri kazanımın mümkün olmadığı durumlarda bu atıklar yakılmalıdır. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21][27]
13 05 01*	✓ R1	✓ D9/R12	✓ D10		Katı fazdaki bu atıklar için yakılmadan önce susuzlaştırma gerekip gerekmediği değerlendirilmelidir.
13 05 02*	✓ R1/R9	✓ D9/R12	✓ D10		Çamurlardan yağın geri kazanılması alternatifi araştırılmalıdır. Aksi takdirde susuzlaştırma sonrası bu atıklar yakmaya gönderilmelidir. Yağ içeren atıkların yönetimi için bknz [21].

13 05 03*	✓ R1/R9	✓ D9/R12	✓ D10		Yağın yeniden kullanımına öncelik verilmelidir. Yeniden kullanılmayan yağlar yakılmalıdır. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21][27]
13 05 07*	✓ R1/R9	✓ D9/R12	✓ D10		Yağlı su öncelikle faz ayırımı için arıtmaya tabi tutulmalıdır. Mümkünse ayrılan yağ geri kazanılmalı, değilse yakılmalıdır. Atık yağların geri kazanımı ve yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [21][27]
13 05 08*	✓ R1/ R3-5/R9	✓ D9/R12	✓ D10		Karışık atıklar için uygun ise arıtma sonrasında sırasıyla geri kazanım ya da yakma alternatifleri değerlendirilmelidir.
15 01 10*	✓ R1/R3-5	✓ D9/R12	✓ D10	✓ D5	Ambalaj atıklarının temizlenerek yeniden kullanımı mümkün olmaktadır. [5] Temizlenemeyen atıklar kalorifik değerine göre yakmaya ya da depolamaya gönderilebilir.
15 02 02*	✓ R1/R5	✓ D9/R12	✓ D10	✓ D5	Temizleme malzemeleri, filtreler ve gıysilerin kirlilikten arındırılarak yeniden kullanımı söz konusu değilse yakılmalıdır veya depolanmalıdır.
16 01 07*	✓ R1/R4		✓ D10		Yağ filtreleri yakıt olarak değerlendirilebilir ve eğer içinde metal bileşenler bulunuyorsa geri kazanılabilmektedir. Geri kazanım mümkün değilse düzenli depolamaya gönderilmelidir.
16 02 13*	✓ R4/R5	✓ R12	✓ D10	✓ D5	Iskarta ekipmanlardan temizlenen tehlikeli bileşenler için özelliklerine göre uygun yöntem seçilmelidir. [5]
16 02 15*	✓ R4/R5	✓ R12	✓ D10	✓ D5	

16 05 06*	✓ R2-6	✓ D9/R12	✓ D10	✓ D5	Laboratuvar kimyasallarının geri kazanım olanakları araştırılmalıdır. İkinci seçenek olarak basit fiziksel kimyasal arıtma işlemleri ile arıtım uygulanmalıdır. Aksi takdirde bu atıklar yakmaya veya depolanmaya gönderilmelidir.
16 05 08*	✓ R2-6	✓ D9/R12	✓ D10		Organik kimyasallar için geri kazanım olanakları araştırılmalıdır. Aksi takdirde bu kimyasallar uygun şekilde arıtmaya tabi tutulmalıdır. Çözücü içeren atıkların doğru yönetimi için ayrıntılı bilgiye [19]'den ulaşılabilir. Aksi takdirde kalorifik değer ve su içeriği göz önüne alınarak bu atıklar yakmaya gönderilmelidir.
16 06 01*	✓ R4/R5	✓ R12			Pillerin içerisindeki tehlikeli bileşenlerin ayrılarak geri kazanımı değerlendirilmelidir. Geri kazanılamayan parçalar daha sonra düzenli depolamaya gönderilmelidir.
16 06 02*	✓ R4/R5	✓ R12		✓ D5	Kurşunlu pil ve akümülatörlerin geri dönüşümü ile ilgili ayrıntılı bilgi için bakınız: [20][28]
18 01 03*		✓ D9/R12	✓ D10		Enfeksiyona sebep olabilecek atıkların özellikleri için bakınız: [29]. Ayrıca bu atıkların yönetimi ile ilgili bilgi [30]'de bulunabilir.
19 08 13*	✓ R1/R4/ R5	✓ D9/R12	✓ D10		Enerji geri kazanımı, metal ve diğer inorganik maddelerin geri kazanımı olanakları araştırılmalıdır. Yakmaya gönderilmeden atıkların susuzlaştırılmaları gerekmektedir.

## Demir Döküm Sanayi

20 01 21*	✓ R4/R5/ R13			✓ D5	Floresan lambaların tesislerde kırılmadan muhafaza edilmeleri gerekmektedir aksi takdirde içlerindeki civa açığa çıkmaktadır. Geri kazanım önceliklidir [20] [31]. Aksi takdirde bu atıklar depolanmalıdır.
20 01 27*	✓ R1	✓ D9/R12	✓ D10		
20 01 35*		✓ D9/R12	✓ D10	✓ D5	Iskarta ekipmanlardan temizlenen tehlikeli bileşenler için özelliklerine göre uygun yöntem seçilmelidir.

- D9/R12 bertaraf/geri kazanım yöntemleri kapsamında ön işleme tabi tutulan atıklar ön işlem sonrasında 19'lu bölüm altında uygun kod ile değerlendirilmelidir.

## 7.0 İLAVE KAYNAKLAR VE REFERANSLAR

Bu kılavuzda demir döküm sektöründen kaynaklanan tehlikeli atıkların tanımlanması, önlenmesi/azaltılması, geri kazanımı ve bertarafı ile ilgili bilgiler sunulmuştur. Bu başlıklar ile ilgili olarak daha ayrıntılı bilgilere aşağıdaki kaynaklardan ulaşılabilir:

- o Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü resmi internet sitesi.

URL: <http://www.csb.gov.tr/gm/cygm/index.php?Sayfa=birimler>

Bu siteden yürürlükte olan mevzuata, tehlikeli atık taşıma, geri kazanım ve bertaraf için lisans almış firmaların listelerine ve duyurulara ulaşmak mümkündür.

- o Demir döküm sektörüne ilişkin IPPC BREF-MET dokümanı:

European Commission. (2005). IPPC Reference Document on Best Available Techniques in the Smitheries and Foundries Industry

URL: [http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/sf\\_bref\\_0505.pdf](http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/sf_bref_0505.pdf)

Bu doküman demir döküm sektörü prosesleri, sektörden kaynaklanan atıklar ve MET'leri hakkında ayrıntılı bilgiler vermektedir.

- o Tehlikeli Atıkların Sınıflandırılması Kılavuzu. URL:

[http://www.csb.gov.tr/dosyalar/images/file/TR\\_Vol\\_1-03\\_04\\_2012.pdf](http://www.csb.gov.tr/dosyalar/images/file/TR_Vol_1-03_04_2012.pdf)

[http://www.csb.gov.tr/dosyalar/images/file/TR\\_Vol\\_2-03\\_04\\_2012.pdf](http://www.csb.gov.tr/dosyalar/images/file/TR_Vol_2-03_04_2012.pdf)

[http://www.csb.gov.tr/dosyalar/images/file/TR\\_Vol\\_3-03\\_04\\_2012.pdf](http://www.csb.gov.tr/dosyalar/images/file/TR_Vol_3-03_04_2012.pdf)

Bu dokümanlar özellikle "M" kodlu atıkların sınıflandırılmalarını kolaylaştırmak için hazırlanmıştır. Tüm "M" kodlu atıklar için atık bilgi formları oluşturulmuş ve atıklar ile ilgili ayrıntılı bilgiler sunulmuştur.

- o Basel Sekreteryası teknik rehberleri:

URL: <http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/techdocs.html>

Bu web sitesinde genel atık gruplarının yönetimi ile ilgili bilgilerin yanı sıra çeşitli geri kazanım, ön işlem ve bertaraf yöntemleri ile ilgili rehberler mevcuttur.

- o Tehlikeli Atık Beyan Formu, Atık Üreticileri için Kullanım Kılavuzu, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Atık Yönetimi Dairesi Başkanlığı.

URL: <http://www.csb.gov.tr/db/cygm/eduardosya/TABSkilavuz2013.pdf>

Bu web sitesinde atık üreticilerinin atıklarını beyan ederken kullanacakları TABS arayüzünün kullanımına ilişkin bilgiler mevcuttur.

Döküm sektör kılavuzunun hazırlanması sırasında yararlanılan kaynaklar aşağıda verilmiştir.

- [1] Türkiye Döküm Sanayicileri Derneği. Türkiye Döküm Sanayi – 2011 Yılına Gिरerken Mevcut Durum. Erişim: 02.05.2011. URL: <http://www.tudoksad.org.tr/assets/Uploads/TURKDOKUMSANAYI2010F.pdf>
- [2] Çevre ve Orman Bakanlığı. (2009). LIFE HAWAMAN Projesi-Döküm Sektörü Rehber Dökümanı. Erişim: 02.05.2011. URL: [http://www.atikyonetimi.cevreorman.gov.tr/life/taskd/dokum\\_sektoru.pdf](http://www.atikyonetimi.cevreorman.gov.tr/life/taskd/dokum_sektoru.pdf)
- [3] European Commission. (2005). IPPC Best Available Technique Reference Document in the Smitheries and Foundries Industry
- [4] United States Environmental Protection Agency. (1992). Guides to Pollution Prevention Metal Casting and Heat Treating Industry. Erişim tarihi: 13.05.2011. URL: <http://www.p2pays.org/ref/01/00733.pdf>
- [5] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2015). Atık Yönetimi Yönetmeliği, Resmi Gazete No: 29314, 02.04.2015.
- [6] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü. (2012). Tehlikeli Atıkların Sınıflandırılması Kılavuzu, Cilt II. Erişim Tarihi: 20.09.2016. URL: [http://www.csb.gov.tr/dosyalar/images/file/TR\\_Vol\\_2-03\\_04\\_2012.pdf](http://www.csb.gov.tr/dosyalar/images/file/TR_Vol_2-03_04_2012.pdf)
- [7] Environmental Protection Agency. (1992). Environmental Guideline Beneficial re-use of ferrous foundry by-products –draft guideline. Erişim tarihi: 13.05.2011. URL: <http://www.derm.qld.gov.au/register/p00059aa.pdf>
- [8] European Commission. (1997). Clean Technologies for Waste Minimization. Erişim tarihi: 09.05.2011. URL: [http://bookshop.europa.eu/is-bin/INTERSHOP.enfinity/WFS/EU-Bookshop-Site/en\\_GB/-/EUR/ViewPublication-Start?PublicationKey=CR0997325](http://bookshop.europa.eu/is-bin/INTERSHOP.enfinity/WFS/EU-Bookshop-Site/en_GB/-/EUR/ViewPublication-Start?PublicationKey=CR0997325)
- [9] European Commission. (2007). Extension of Advanced Monitoring and Control Techniques at Continuous Casting Process. Erişim tarihi: 17.05.2011. URL: [http://bookshop.europa.eu/is-bin/INTERSHOP.enfinity/WFS/EU-Bookshop-Site/en\\_GB/-/EUR/ViewPublication-Start?PublicationKey=KINA22815](http://bookshop.europa.eu/is-bin/INTERSHOP.enfinity/WFS/EU-Bookshop-Site/en_GB/-/EUR/ViewPublication-Start?PublicationKey=KINA22815)
- [10] Northeast Waste Management Officials' Association ve Illinois Waste Management & Research Center. Industry Sector P2 Notebooks, Primary Metals. Erişim: 13.05.2011. URL: [http://www.istc.illinois.edu/info/library\\_docs/manuals/primmetals/chapter3.htm](http://www.istc.illinois.edu/info/library_docs/manuals/primmetals/chapter3.htm)
- [11] SACODI Project. (2006). Guidelines for Hazardous Waste Part II. Erişim: 15.05.2011. URL: [http://www.esgindia.org/projects/SACODI/Guidelines\\_part\\_II.pdf](http://www.esgindia.org/projects/SACODI/Guidelines_part_II.pdf)

- [12] Noyes R. (1993). Pollution Prevention Technology Handbook. William Andrew, USA.
- [13] United States Environmental Protection Agency. (1997). Sector Notebook Project: Profile of Metal Casting Industry. Erişim: 15.05.2011. URL: <http://www.epa.gov/compliance/resources/publications/assistance/sectors/notebooks/metcastsna.pdf>
- [14] Lilja R., Liukkonen S. (2008). Industrial hazardous wastes in Finland – trends related to the waste prevention goal. Journal of Cleaner Production, 16 (3), 343 – 349.
- [15] Secreteriat of the Basel Convention. (2002). Basel Convention Technical Guidelines on Hazardous Waste Physico-Chemical Treatment Biological Treatment. Erişim tarihi: 20.05.2011. URL: <http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/old%20docs/tech-d8d9.pdf>
- [16] Secreteriat of the Basel Convention. (2002). Basel Convention Technical Guidelines on Incineration on Land. Erişim tarihi: 19.05.2011. URL: <http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/old%20docs/tech-d10.pdf>
- [17] Secreteriat of the Basel Convention. (2002). Basel Convention Technical Guidelines on Specially Engineered Landfill. Erişim tarihi: 20.05.2011. URL: <http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/old%20docs/tech-d5.pdf>
- [18] Salihoğlu G., Pınarlı V. (2008). Steel foundry electric arc furnace dust management: Stabilization by using lime and Portland cement. Journal of Hazardous Materials 153 (3), 1110 – 1116.
- [19] Secreteriat of the Basel Convention. (2002). Basel Convention Technical Guidelines on Hazardous Waste from the Production and Use of Organic Solvents. Erişim tarihi: 20.05.2011. URL: <http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/old%20docs/tech-y6.pdf>
- [20] Secreteriat of the Basel Convention. (2004). Basel Convention Technical Guidelines on the Environmentally Sound Recycling/Reclamation of Metals and Metal Compounds (R4). Erişim tarihi: 20.05.2011. URL: <http://www.basel.int/pub/techguid/r4-e.pdf>
- [21] Secreteriat of the Basel Convention. Basel Convention Technical Guidelines on Waste Oils from Petroelum Origins and Sources. Erişim tarihi: 21.05.2011. URL: <http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/old%20docs/tech-y8.pdf>
- [22] Secreteriat of the Basel Convention. Updated Technical Guidelines for the Environmentally Sound Managment of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Polychlorinated Biphenyls (PCBs), Polychlorinated Terphenyls (PCTs) or Polybrominated Biphenyls (PBBs). Erişim tarihi: 20.05.2011. URL: <http://www.basel.int/pub/techguid/tg-PCBs.pdf>

- [23] Secreteriat of the Basel Convention. Updated General Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Wastes Consisting of, Containing or Contaminated with Persistent Organic Pollutants (POPs). Erişim tarihi: 20.05.2011. URL: <http://www.basel.int/pub/techguid/tg-POPs.pdf>
- [24] Bensadok K., Benammar S., Lapique F., Nezzal G. (2008). Electrocoagulation of cutting oil emulsions using aluminum plate electrodes. Journal of Hazardous Materials, 152, 423 - 430.
- [25] van der Gast C.J., Knowles C.J., Starkey M., Thompson I.P. (2002). Selection of microbial consortia for treating metal-working fluids. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, 29, 20 - 27.
- [26] Kuo C.H., Lee C.L. (2010). Treatment of oil/water emulsions using seawater-assisted microwave radiation. Separation and Purification Technology, 74, 288 - 293.
- [27] Secreteriat of the Basel Convention. (2002). Basel Convention Technical Guidelines on Used Oil Re-Refining or Other Reuses of R-Previously Used Oil. Erişim tarihi: 21.05.2011. URL: <http://www.basel.int/meetings/sbc/workdoc/old%20docs/tech-r9.pdf>
- [28] Secreteriat of the Basel Convention. (2003). Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Waste Lead-acid Batteries. Erişim tarihi: 18.05.2011. URL: <http://www.basel.int/pub/techguid/tech-wasteacid.pdf>
- [29] Secreteriat of the Basel Convention. (2004). Draft guidance paper on hazard characteristics H6.2 (infectious substances). Erişim tarihi: 19.05.2011. URL: <http://www.basel.int/meetings/cop/cop7/docs/11a1r1e.pdf>
- [30] Secreteriat of the Basel Convention. (2003). Technical Guidelines on the Environmentally Sound Management of Biomedical and Healthcare Wastes. Erişim tarihi: 20.05.2011. URL: <http://www.basel.int/pub/techguid/tech-biomedical.pdf>
- [31] U.S. Environmental Protection Agency. (2016). Recycling and Disposal of CFLs. U.S. Environmental Protection Agency. Erişim Tarihi: 17.11.2016. URL: <https://www.epa.gov/cfl/recycling-and-disposal-cfls>



Bu döküman; Prof. Dr. Ülkü Yetiş'in (Orta Doğu Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği) yönetici olarak görev yaptığı; Prof. Dr. İsmail Toröz (İTÜ, Çevre Mühendisliği Bölümü), Doç. Dr. S. Zehra Can (Marmara Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Y.Doç. Dr. Salim Öncel (Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Bölümü) ve Dr. Özgür Doğan'ın (TÜBİTAK MAM) yürütücü olarak görev aldıkları, Prof. Dr. Tanju Karanfil'in (Clemson University, Environmental Engineering and Earth Sciences Department) danışman olarak görev yaptığı, Çevre ve Orman Bakanlığı'nın müşteri kurum olduğu, TÜBİTAK tarafından desteklenen 107G126 nolu, "TÜRKİYE'DE AVRUPA BİRLİĞİ ÇEVRE MEVZUATI İLE UYUMLU TEHLİKELİ ATIK YÖNETİMİ" projesi kapsamında hazırlanmıştır. Projede yer alan kurumlar aşağıdaki ekiplerle çalışmışlardır.

### **ODTÜ**

Prof. Dr. Ülkü Yetiş, Prof. Dr. Celal F. Gökçay, Prof. Dr. Filiz B. Dilek, Prof. Dr. Kahraman Ünlü, Y. Doç. Dr. Emre Alp, Dr. Özge Yılmaz, Nur Çakır, Gülnur Ölmez, Çisem Yiğit, Volkan Çağın

### **CLEMSON University**

Prof. Dr. Tanju Karanfil

### **İTÜ**

Prof. Dr. İsmail Toröz, Prof. Dr. Fatoş Germirli Babuna, Prof. Dr. Kadir Alp, Edip Avşar, Onur Özcan

### **Marmara Üniversitesi**

Doç. Dr. S. Zehra Can, Prof. Dr. Barış Çallı, Doç. Dr. Bülent Mertoğlu, Yrd. Doç. Dr. Orhan Gökyay, Arş. Gör. Deniz Akgül, Burcu Yazıcı, Burcu Yazıcı

### **GYTE**

Doç. Dr. Mehmet Salim Öncel, Doç. Dr. Nihal Bektaş, Doç. Dr. Güleda Engin, Doç. Dr. Cengiz Yatmaz, Dr. Senem Bayar, Dr. Mahir İnce, Lalehan Akbulut, Yasemin Çalışkan, Neslihan Erdem

### **TÜBİTAK MAM**

Dr. Özgür Doğan, Dr. Burcu Uyuşur, Volkan Pelitli, Sinem Erdoğan, Hatice Merve Başar



**T.C.  
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK  
BAKANLIĞI**

Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü  
Atık Yönetimi Dairesi Başkanlığı  
[www.csb.gov.tr/gm/cygm](http://www.csb.gov.tr/gm/cygm)